

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LILIAN CRISTINE WITICOVSKI

**LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS EM PROJETO:
UMA ANÁLISE COMPARATIVA DO FLUXO DE INFORMAÇÕES ENTRE AS
REPRESENTAÇÕES EM 2D E O MODELO DE INFORMAÇÕES DA
CONSTRUÇÃO (BIM)**

CURITIBA

2011

LILIAN CRISTINE WITICOVSKI

**LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS EM PROJETO:
UMA ANÁLISE COMPARATIVA DO FLUXO DE INFORMAÇÕES ENTRE AS
REPRESENTAÇÕES EM 2D E O MODELO DE INFORMAÇÕES DA
CONSTRUÇÃO (BIM)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Área de Concentração em Gerenciamento, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos necessários para a obtenção de título de Mestre em Construção Civil.

Orientador: Professor Dr. **Sergio Scheer**

CURITIBA

2011

W825 Witicovski, Lilian Cristine

Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o modelo de informações da construção (BIM) / Lilian Cristine Witicovski. – Curitiba, 2011.

199 f.: il., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil.

Orientador: Sergio Scheer

1. Construção civil - Estimativas. 2. Construção civil – Processamento de dados. 3. Modelagem de informação da construção. I. Scheer, Sergio. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD: 692.50285

TERMO DE APROVAÇÃO

LILIAN CRISTINE WITICOVSKI

LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS EM PROJETO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DO FLUXO DE INFORMAÇÕES ENTRE AS REPRESENTAÇÕES EM 2D E O MODELO DE INFORMAÇÕES DA CONSTRUÇÃO (BIM)

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Área de Concentração: Gerenciamento, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



Prof. Dr. Sergio Scheer

Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - UFPR

Examinadores:



Prof.ª Dr.ª Adriana de Paula Lacerda Santos

Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - UFPR



Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UTFPR

Curitiba, 18 de novembro de 2011

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, nosso mestre, pai e amigo de todas as horas.

Ao meu amado esposo e principal alicerce, Alexandre e ao presente que ganhei durante os estudos, meu pequeno Nicolas. Aos meus pais, Israel e Vera e aos meus irmãos Fernando e Gabriel pelo suporte e carinho durante os anos de estudo.

A minha família, pelo exemplo de caráter, humildade e capacidade.

Aos Amigos, o desejo de partilhar outros desafios junto ao meu sincero agradecimento.

Ao orientador Prof. Dr. Sergio Scheer, pela incansável crença em sua aluna, não se limitando ao esperado e sendo, portanto, um amigo. A este professor, agradeço por tantas vezes atender fora dos horários de aula, muitas das vezes pela internet e por auxiliar de maneira tão representativa.

Aos membros da banca, professor Rodrigo e professora Adriana por aceitarem o convite e pela participação com críticas e sugestões.

Ao programa de pós-graduação da Universidade Federal do Paraná em Construção Civil, PPGCC, em especial às professoras Maria do Carmo e Adriana.

Ao Engenheiro Ilézio da Consciente Construtora por me ceder à oportunidade de estudar em horários de expediente e confiar nos meus estudos. Ao Carlos de Macedo e Thatiane Pales pelo incentivo em encontrar respostas para as dificuldades enfrentadas na vida profissional.

As empresas de estudo, pelo material de pesquisa disponibilizado, pelas dicas e contribuições para o meu enriquecimento acadêmico e profissional.

A todos os que souberam me incentivar e escutar, ajudando, cada um à sua maneira, para que hoje pudesse vir a público e defender de maneira embasada e convincente, os ideais que sem dúvida fazem parte dos meus projetos de realização futura.

A todos, mais uma vez, muito obrigada.

"Acredito que as coisas podem ser feitas de outra maneira, que a arquitetura pode mudar a vida das pessoas e que vale a pena tentar."

Zaha Hadid

RESUMO

Dentre as competências necessárias para a realização do orçamento verifica-se a relevância do levantamento de quantitativos em projetos e as consequências da qualidade da informação. O mapeamento do fluxo de informações, focado no levantamento de quantitativos, fundamentou-se nas identificações do processo orçamentário, das informações de entrada e saída geradas entre os usuários e participantes do processo, os canais de informação utilizados, o valor e a qualidade da informação. Com seis estudos de casos múltiplos, realizado em dois ciclos da pesquisa, os resultados permitiram entender mais claramente a importância da qualidade das informações contidas em projetos e a sua relação com a gestão do empreendimento durante o seu ciclo de vida. As principais falhas existentes no levantamento de quantitativos e sua relação com as etapas de projeto apresentadas por dois casos que utilizam as representações em 2D, Ciclo 1, foram solucionadas a partir das evidências do levantamento de quantitativos automatizado por quatro casos que utilizam BIM, Ciclo 2. Como contribuição, foi possível comparar as várias realidades das construtoras nacionais e analisar o nível de desenvolvimento dos procedimentos de aplicabilidade do BIM. Ideologicamente, pautada nos bons argumentos do referencial teórico sobre temas relacionados ao Fluxo de Informações, CAD, projetos, orçamentos e BIM, além dos pontos positivos apresentados pelos seis casos, foi proposto um fluxo de informações do processo de levantamento de quantitativos em projetos de construção civil com as melhores práticas apresentadas.

Palavras - chave: Fluxo de informação. CAD. Projeto. Orçamento. BIM.

ABSTRACT

Among the skills required to achieve the budget there is the relevance of quantitative assessment of the consequences of projects and quality of information. The mapping of information flow, focused on the quantitative survey, was based on identification of the budget process, the information input and output generated from the users and stakeholders, the information channels used the value and quality of information. With six multiple case studies conducted in two cycles of the survey, the results helped to understand more clearly the importance of quality of information on projects and their relationship with the management of the project during its life cycle. The main flaws in the collection of quantitative and its relation to the stages of the project presented by two cases that use 2D representations, Cycle 1, were resolved from the evidence of the quantitative survey of automated four cases using BIM, Cycle 2. As a contribution, it was possible to compare the various national realities of building and analyzing the level of development of procedures for the use of BIM. Ideologically, based on good theoretical arguments on issues related to information flow, CAD, projects, budgets and BIM, and strengths of the six cases presented, it was proposed a flow of information from the quantitative survey process in construction projects calendar with the best practices presented.

Keywords: Flow of Information. CAD. Building Design. Cost estimating. BIM.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESTRUTURA GERAL DA PESQUISA.	23
FIGURA 2: CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO E A QUANTIDADE DE TRABALHO ENVOLVIDO EM CADA ETAPA.....	26
FIGURA 3: CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO COMO UM FLUXO.	27
FIGURA 4: AMBIENTES ORGANIZACIONAIS.	29
FIGURA 5: RELAÇÃO ENTRE A GESTÃO DA INFORMAÇÃO E A GESTÃO DO CONHECIMENTO.	33
FIGURA 6: ETAPAS DO FLUXO DE INFORMAÇÃO.	34
FIGURA 7: DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS DO EMPREENDIMENTO.	37
FIGURA 8: PROPOSTA PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO COM A AÇÃO DOS QUATRO PARTICIPANTES DO EMPREENDIMENTO.	38
FIGURA 9: FASES DO PROJETO E PROPÓSITOS DIFERENTES DO ORÇAMENTO.	43
FIGURA 10: VISÃO OPERACIONAL DOS CUSTOS.....	49
FIGURA 11: A FORMAÇÃO DO CONHECIMENTO ORGANIZACIONAL.	52
FIGURA 12: VISÃO DA INTEROPERABILIDADE	59
FIGURA 13: RESUMO <i>BUILDINGSMART</i> DA INTEROPERABILIDADE.....	61
FIGURA 14: CICLO DE VIDA DOS OBJETOS INTELIGENTES.	65
FIGURA 15: SOLUÇÕES DE PROBLEMAS ORGANIZACIONAIS COM OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.	74
FIGURA 16: SISTEMAS DE INFORMAÇÃO COMO SOLUÇÃO PARA DESAFIOS ORGANIZACIONAIS.....	75
FIGURA 17: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO ESTUDO DE CASO MÚLTIPLOS.....	81
FIGURA 18: ANÁLISE DOS DADOS.	85
FIGURA 19: ORGANOGRAMA EMPRESA A.	91
FIGURA 20: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES - CASO A.....	92
FIGURA 21: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES - CASO A.	95
FIGURA 22: PLANILHA ORÇAMENTÁRIA EXCEL – CASO A.....	97
FIGURA 23: GRÁFICO DE GANTT MS PROJECT – CASO A	98
FIGURA 24: ORGANOGRAMA EMPRESA B.	99
FIGURA 25: PERSPECTIVA DO PROJETO RELATIVO AO ESTUDO DO CASO B.....	100
FIGURA 26: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES - CASO B.	100
FIGURA 27: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES - CASO B.	102

FIGURA 28: PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	104
FIGURA 29: PLANEJAMENTO FINANCEIRO DA OBRA.	105
FIGURA 30: PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES.....	105
FIGURA 31: ORGANOGRAMA CASO C.	107
FIGURA 32: EXEMPLO DE CONSTRUÇÃO VIRTUAL E CONSTRUÇÃO REAL – CASO C.....	108
FIGURA 33: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES – QUANTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA C.	109
FIGURA 34: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES - CASO C.....	111
FIGURA 35: FLUXO DE INFORMAÇÃO PARA PROPOSTAS COMERCIAIS – CASO C.....	113
FIGURA 36: EXEMPLO DE QUANTIFICAÇÃO – CASO C.....	113
FIGURA 37: PLANILHA ORÇAMENTÁRIA.....	114
FIGURA 38: SOFTWARE MT E ANÁLISE DE RISCO.....	115
FIGURA 39: SOFTWARE MT E PRIMAVERA.	116
FIGURA 40: PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES INTEGRADO AO CONTROLE DE CUSTOS.....	117
FIGURA 41: MODELO 4D.....	117
FIGURA 42: ORGANOGRAMA CASO D.	118
FIGURA 43: MODELAGEM BIM.....	119
FIGURA 44: BANHEIRO PADRÃO – MODELAGEM DA BIBLIOTECA.	120
FIGURA 45: PROJETO HIDRÁULICO E ELÉTRICO EXPORTADO POR IFC, OBRA GOIÂNIA.	120
FIGURA 46: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO D.....	121
FIGURA 47: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES CASO D.	124
FIGURA 48: DEMONSTRAÇÃO DE LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS- CASO D.....	126
FIGURA 49: EXTRAÇÃO DE QUANTIDADES CONFORME AS FAMÍLIAS.	127
FIGURA 50: ORGANOGRAMA DO CASO E.....	128
FIGURA 51: MAPEAMENTO E ANÁLISE NO DEPARTAMENTO DE PROJETOS.....	129
FIGURA 52: PROJETO DE ARQUITETURA DESENVOLVIDA TOTALMENTE NO ARCHICAD.	129
FIGURA 53: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO E.....	130
FIGURA 54: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES CASO A.....	132
FIGURA 55: EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DO MODELO.	134
FIGURA 56: ORÇAMENTO EXPRESSO PINI.	134
FIGURA 57: ORÇAMENTO EXPRESSO PINI – RESUMO DO ORÇAMENTO.	135

FIGURA 58: ORÇAMENTO EXPRESSO PINI – ESPECIFICAÇÕES POR CÔMODO.....	136
FIGURA 59: ORGANOGRAMA DO ESTUDO F.	137
FIGURA 60: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO F.....	138
FIGURA 61: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES CASO F.....	140
FIGURA 62: EXEMPLO DE QUANTIFICAÇÃO.	142
FIGURA 63: EXEMPLO DE QUANTIFICAÇÃO.	143
FIGURA 64: FLUXO DE INFORMAÇÕES DAS MELHORES PRÁTICAS ESTABELECIDAS PELOS ESTUDOS DE CASO.	163

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: INFLUÊNCIA DOS CUSTOS DIRETOS NOS CUSTOS REFERENTES À CONSTRUÇÃO	47
TABELA 2: UNIVERSO DA PESQUISA.	86
TABELA 3: MAPEAMENTO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES.....	88
TABELA 4: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO A.....	93
TABELA 5: DESCRIÇÃO DE SERVIÇOS NO EXCEL – CASO A.....	97
TABELA 6: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO B.....	101
TABELA 7: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO C.	110
TABELA 8: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO D.....	122
TABELA 9: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO E.....	131
TABELA 10: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO D	139
TABELA 11: COMPARATIVO DAS RELAÇÕES DO PROJETO E ORÇAMENTO.	145
TABELA 12: TABELA RESUMO DOS CASOS DO CICLO 1.	148
TABELA 13: QUADRO COMPARATIVO DAS RELAÇÕES DO PROJETO E ORÇAMENTO.	150
TABELA 14: QUADRO COMPARATIVO SOBRE AS INFLUÊNCIAS DO LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS.....	152
TABELA 15: QUADRO COMPARATIVO DO ESTÁGIO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.	154
TABELA 16: DIFERENTES NÍVEIS DE MODELAGEM BIM CASO C.	155
TABELA 17: DIFERENTES NÍVEIS DE MODELAGEM BIM CASO D.	156
TABELA 18: DIFERENTES NÍVEIS DE MODELAGEM BIM CASO E.	156
TABELA 19: DIFERENTES NÍVEIS DE MODELAGEM BIM CASO F.....	157
TABELA 20: RESUMO DOS CASOS DO CICLO 2.....	158
TABELA 21: ANÁLISE CRUZADA DO CICLO 1 E DO CICLO 2.	160

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: COMPARATIVO DAS RELAÇÕES DO PROJETO E ORÇAMENTO.	18
QUADRO 2: IMPLICAÇÕES TEÓRICAS SOBRE A RELAÇÃO PROJETO E ORÇAMENTO.	43
QUADRO 3: ENTRADAS ORÇAMENTÁRIAS.	45
QUADRO 4: DEFINIÇÕES DE ORÇAMENTO COMO PRODUTO.	47
QUADRO 5: CLASSIFICAÇÃO DO ORÇAMENTO.	48
QUADRO 6: CLASSIFICAÇÃO DE AGENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL SEGUNDO SEU NÍVEL INFORMACIONAL.	50
QUADRO 7: CONCEITOS DE BIM.	54
QUADRO 8: DIFERENTES MODELAGENS QUE CONSTITUEM A BIM.	56
QUADRO 9: CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.	78
QUADRO 10: PONTOS PRINCIPAIS DO ROTEIRO.	83
QUADRO 11: CONDUÇÃO DA CONFECÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES.	84

SUMÁRIO

Capítulo 1.....	16
INTRODUÇÃO.....	16
1.1. JUSTIFICATIVAS	19
1.2. PROBLEMA.....	21
1.3. OBJETIVO GERAL.....	21
1.3.1. Objetivos específicos.....	21
1.4. HIPÓTESE.....	22
1.5. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	22
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
1.7. RESUMO	25
Capítulo 2.....	26
O IMPACTO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E EXECUÇÃO DE UM EMPREENHIMENTO.....	26
2.1. ASPECTOS ORGANIZACIONAIS	26
2.1.1. Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP).....	30
2.1.2. Sistemas de Informação.....	31
2.1.3. Fluxo de Informações.....	34
2.2. O PROJETO COMO INFORMAÇÃO	35
2.2.1. Processo de Projeto de Edificações	36
2.2.2. Qualidade da Informação do Projeto	39
2.3. INFORMAÇÕES DE PROJETO NA GESTÃO DE CUSTOS.....	42
2.4. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO CANAL DE INFORMAÇÃO.....	50
2.4.1. Sistemas de gestão empresarial (ERP).....	52
2.4.2. BIM como um canal de informação	53
2.4.2.1. Supermodelagem – Processo.....	56
2.4.2.2. Metamodelagem – interoperabilidade entre aplicações.....	58
2.4.2.3. Modelagem – consistência da informação	62
2.4.2.4. Micromodelagem – Objetos	64
2.4.3. Ferramentas de Orçamento de Obras	67
2.4.3.1. CAD/BIM 5D	67
2.4.4. Ferramentas de Planejamento de Obras.....	69
2.4.1.2. CAD/BIM 4D	71
2.5. PROBLEMAS ORGANIZACIONAIS	72

2.6. RESUMO	75
Capítulo 3.....	76
METODOLOGIA.....	76
3.1. ESTRATÉGIA DA PESQUISA	76
3.2. ABORDAGEM QUALITATIVA.....	78
3.3. ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS	79
3.4. PROTOCOLO DE COLETA.....	80
3.4.1. Definição conceitual teórica	81
3.4.2. Teste Piloto	82
3.4.3. Coleta de dados	83
3.4.5. Análise dos dados	87
3.4.9. Relatórios.....	89
Capítulo 4.....	90
ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS.....	90
4.1. CICLO 1 – ESTUDO DE CASO A.....	90
4.1.1. Descrição da Empresa A e a obra em estudo	90
4.1.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa A.....	91
4.1.3. Produto orçamento da obra – Empresa A	96
4.2. CICLO 1 – ESTUDO DE CASO B.....	98
4.2.1. Descrição da Empresa B e a obra em estudo	99
4.2.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa B.....	100
4.2.3. Produto orçamento da obra – Empresa B	104
4.3. CICLO 2 - ESTUDO DE CASO C.....	106
4.3.1 Descrição da Empresa C e a obra em estudo.....	106
4.3.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa C	108
4.3.3. Produto orçamento da obra – Empresa C	112
4.4. CICLO 2 – ESTUDO DE CASO D	118
4.4.1. Descrição da Empresa D e a obra em estudo.....	118
4.4.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa D	121
4.4.3. Produto orçamento da obra - da Empresa D.....	125
4.5. CICLO 2 – ESTUDO DE CASO E.....	127
4.5.1. Descrição da empresa E a obra em estudo	128
4.5.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa E.....	130
4.5.3. Produto orçamento da obra - Empresa E	133
4.6. CICLO 2 – ESTUDO DE CASO F.....	137
4.6.1. Descrição da Empresa F e a obra em estudo	137

4.6.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa F.....	137
4.6.3. Produto orçamento da obra - Empresa F	141
4.7. RESUMO	143
Capítulo 5.....	145
ANÁLISE CRUZADA	145
5.1. ANÁLISE COMPARATIVA CICLO 1	145
5.2. PRINCIPAIS FALHAS APONTADAS CICLO 1	149
5.3. ANÁLISE COMPARATIVA CICLO 2.....	150
5.4. PRINCIPAIS FALHAS APONTADAS CICLO 2	159
5.5. ANÁLISE CRUZADA CICLO 1 e CICLO 2	159
5.5.1. Relacionamento dos Fluxos	160
5.5.2. Canais de Comunicação	161
5.5.3. Qualidade da Informação	162
5.6. MELHORES PRÁTICAS APRESENTADAS.....	162
5.7. RESUMO	166
Capítulo 6.....	167
CONCLUSÕES	167
6.3. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	168
REFERÊNCIAS	169
APÊNDICE A.....	177
APÊNDICE B.....	181

INTRODUÇÃO

A Construção, assim como as demais indústrias, depende de inúmeras informações que podem se apresentar sob diversas formas tais como: desenhos, planilhas de composição de custos, relatórios orçamentários, gráficos, diagramas de programação e contratos. Para que a informação desempenhe as funções a que se destina, faz-se necessário conhecer o percurso da mesma dentro da organização através do estudo do fluxo de informações (NASCIMENTO e SCHOELER, 1998).

O projeto de construção exige colaboração e troca de informações entre uma variedade de pessoas, incluindo o cliente, arquitetos, engenheiros, projetistas (projeto estrutural e complementar), orçamentistas, empreiteiros e órgãos reguladores (STEEL et al., 2010). Para o gerenciamento de custos do projeto é necessário usar uma variedade de dados destes diferentes profissionais. Os problemas e dificuldades na comunicação entre os profissionais, especialmente sobre a localização das informações pode desencorajar a partilha de informação (KHOSROWSHAHI e KAKÁ, 1996 citado por MATIPA, 2008).

Diante disso, emerge a necessidade de uma lógica para organização da grande quantidade de informações envolvidas no processo de orçar (MARCHIORI, 2009). Os sistemas tradicionalmente empregados (processo intensivo de registro dos componentes de conjuntos de desenhos impressos ou desenhos CAD 2D) para a gestão de custos de empreendimentos de construção civil possuem muitas deficiências, amplamente abordadas pela bibliografia, tais como Skoyles (1965), Bromilow (1971), Barnes (1971), Ferry e Brandon (1984), entre as quais se podem destacar a falta de informações oportunas para basear a tomada de decisão na gestão da produção (KERN, 2005).

A Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) alterou o paradigma fordista-taylorista, apoiado pela divisão social do trabalho, especialização e fragmentação do conhecimento, por um paradigma baseado na rapidez de

acesso e do fluxo de informações, na produção e compartilhamento do conhecimento e no uso de computadores e comunicações eletrônicas (FLORIO, 2007). Entendendo-se o fluxo de informações como um dos fatores de integração da cadeia de produção, faz-se necessário esclarecer a abrangência deste fluxo que se inicia no cliente com a captação das suas necessidades acerca do produto, percorre os diversos setores da empresa: projetos, orçamentação, planejamento e controle da produção, compras, dentre outros (NASCIMENTO e SCHOELER, 1998).

Com os recentes avanços na TIC e da Modelagem de Informação da Construção (BIM) tem crescido as experiências com os denominados projetos colaborativos. O rápido aumento da velocidade e acesso às informações oferecido pela TIC agilizou a troca de ideias e tomada de decisões em prazos mais curtos. Com a introdução dos fatores tempo e custo pelo BIM, os construtores puderam gerenciar e simular as etapas da construção, assim como analisar melhor a construtibilidade antes da execução (FLORIO, 2007).

O principal objetivo da estimativa de custo é captar com precisão os dados de custo necessários no projeto do edifício e evitar o risco de superação orçamental em fase de construção. Com o modelo BIM, espera-se uma precisão destas estimativas de custos obtidas com a identificação automática dos componentes da construção (KUO e EASTMAN, 2009). A precisão dos custos está relacionada ao nível de detalhamento e qualidade das informações dos projetos abordados por Melhado (1994); Ohashi (2001); Oliveira (1990) citado por Parisotto (2003); Marchiori (2009); Santos (2010). Avila et al. (2003) relaciona a margem de erro do orçamento e o classifica de acordo com as informações contidas no projeto conforme Quadro 1:

Tipo	Margem de erro	Elementos técnicos necessários
Avaliações	30% a 20%	Área de construção;
		Padrão de acabamento;
		Custo unitário de obra semeelhante ou Custo unitário básico;
Estimativas	20% a 15%	Anteprojeto ou projeto indicativo;
		Preços unitários de serviços de referência;
		Especificações genéricas;
		Índices físicos e financeiros de obras semelhantes;
Orçamento Expedito	15% a 10%	Projeto executivo;
		Especificações sucintas, mas definidas;
		Composições de preços e serviços genéricas;
		Preços de insumos de referência;
Orçamento Detalhado	10% a 5%	Projeto executivo;
		Projetos complementares;
		Especificações Precisas;
		Composições de preços de serviços específicas;
		Preços de insumos de acordo com a escala de serviços;
Orçamento Analítico	5% a 1%	Todos os elementos necessários ao orçamento detalhado mais o planejamento da obra.

QUADRO 1: COMPARATIVO DAS RELAÇÕES DO PROJETO E ORÇAMENTO.

FONTE: AVILA ET AL. (2003).

Apesar da importância da etapa de projetos no desenvolvimento de produtos, os mesmos vêm apresentando falhas com repercussão no processo de produção, em parte, decorrentes do emprego de apenas duas dimensões para representação do produto. Com o advento do conceito BIM, os modelos paramétricos em 3D têm se mostrado uma das alternativas para vencer este problema (MULLER, 2010).

Com o BIM os projetos serão inevitavelmente mais detalhados, não só devido às informações relacionadas ao modelo como também pela automatização dos seus elementos, contribuindo para a eliminação das causas referentes à escassez de detalhes de projetos e aos erros e omissões (legislação) (VASCONCELOS, 2010). A aplicação do BIM no projeto colaborativo pode contribuir tanto para aprimorar o processo de obtenção das quantificações dos elementos desenhados a partir do modelo digital 4D, como para o levantamento de custos e prazos para a execução (FLORIO, 2007).

A ideia de um único repositório se torna mais acessível a todo mundo, a questão resume-se à guarda e controle sobre os dados do produto como ele é criado, recriado e utilizado por vários profissionais. Cada item é descrito apenas uma vez, usando qualquer ferramenta de modelagem. É inevitável que a documentação e os dados sejam cada vez mais automatizados a ponto da quantificação e de outros processos técnicos exigirem a mínima intervenção humana (MATIPA, 2008).

A construção virtual permite coordenar as alternativas de desenho e planejamento, servindo para sincronizar e analisar as mudanças entre o desenho, custo e cronograma (AZEVEDO, 2009). A adoção de sistemas BIM aponta para a necessidade de revisão do processo de projeto e sua gestão na construção civil. A colaboração entre os membros das equipes de projeto passa a girar em torno de um modelo baseado nas informações necessárias para o planejamento e construção de um edifício. Nesse contexto, o envolvimento dos profissionais durante as fases de orçamento e concepção de projetos, de planejamento e de construção mostra-se adequado à formação de um modelo consistente do edifício (COELHO; NOVAES, 2008).

1.1. JUSTIFICATIVAS

Um dos problemas associados à informação gerada ao longo do processo de projeto é que, muitas vezes, as informações necessárias ao seu desenvolvimento não são disponibilizadas no momento adequado, sendo que este fato ocorre ao longo de todas as etapas do projeto (TZORTZOPOULOS, 1999).

O maior problema no planejamento, orçamento e construção de projetos de edifícios é a visualização incorreta das informações do projeto (o problema está nos detalhes). Uma vez que um projeto é representado em uma série de desenhos, o conteúdo desses documentos pode não ser claro para todos que os utilizam. Se não está totalmente visualizado, compreendido e comunicado, não podem ser representados corretamente no orçamento e pode consequentemente, criar problemas durante a construção (KYMMEEL, 2008).

A importância do levantamento de quantitativo nas fases iniciais do projeto fornece o ponto de partida para a avaliação global do papel da gestão de custos dentro da equipe do projeto (MATIPA, 2008). Marchiori (2009) destaca as diferentes etapas do projeto e os objetivos do orçamento. Nas etapas iniciais, por exemplo, o orçamento deverá possibilitar a análise quanto ao empreendimento ser viável economicamente ou não. Já nas etapas mais próximas da construção propriamente dita, é necessário conhecer as metas de custo para um determinado período ou para um determinado produto de construção.

Os métodos tradicionais de se realizar um levantamento incluem a medição e todos os elementos de um edifício, utilizando-se da escala, sendo que estas devem ser verificadas cuidadosamente para assegurar a exatidão (ALDER, 2006). Este processo está sujeito a erro humano e tende a propagar imprecisões. A quantificação também é demorada, pode exigir 50% a 80% do tempo do orçamentista para efetuar uma estimativa de custo de um projeto (SABOL, 2008). Devido ao volume de informações e conhecimentos envolvidos no desenvolvimento dos projetos, são necessários meios, como os recursos de informática e os sistemas de informação, para instrumentalizarem esse trabalho e, assim, gerirem de forma adequada o conhecimento (SILVA, 2005).

Como uma lacuna de conhecimento, Tzortzopoulos (1999) sugere para trabalhos futuros: Uso de sistemas computacionais integrados juntamente à criação de banco de dados orientado a objeto, estabelecendo um sistema que possibilite a troca de informações eficiente e a compatibilização de projetos, e sua integração a outros processos gerenciais (orçamento, suprimentos, etc.). Azevedo (2009) sugere que: a adoção do conceito BIM utilizando os recursos de detecção de interferências, a obtenção de quantitativos reais, interligação com o planejamento (4D) com o edifício virtual e com as estimativas de custo (5D). Souza et al. (2009) observaram na sua pesquisa que o BIM propiciou um aumento da quantidade de informações disponíveis nos projetos realizados. Além disso, houve a geração de novos produtos antes não oferecidos ao cliente, como levantamentos de quantitativos e imagens 3D. Vasconcelos (2010) na sua dissertação avalia o potencial do BIM como solução para as principais causas de atrasos e desperdícios na fase de execução a partir de 10

casos e aponta a eliminação dos erros em informações sobre tipos e especificações de determinados materiais e as contradições entre documentos.

Em um projeto integrado, de acordo com a nova abordagem apresentada pelo BIM, os principais participantes estão envolvidos desde o primeiro momento prático. A tomada de decisão é melhorada pelo fluxo de conhecimentos e competências de todos os participantes gerando informações mais completas nas etapas iniciais do projeto. A utilização da ferramenta BIM, a partir das experiências e melhores práticas podem servir de referência para outras empresas que atuam no subsetor de empreendimentos de forma a garantir a integração (concepção – projeto – execução).

1.2. PROBLEMA

Qual é o impacto da modelagem BIM no orçamento de um empreendimento?

1.3. OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa pretende mapear o fluxo de informações em relação aos participantes no ciclo de vida do levantamento de quantitativos abordando os itens que são necessários e importantes para esse processo, tais como os canais de informação utilizados por cada etapa, o valor e a qualidade da informação transmitida a partir do projeto. A seguir apresentam-se os objetivos específicos.

1.3.1. Objetivos específicos:

- Comparar o processo de levantamento de quantitativos na gestão de custos em representações 2D e na modelagem BIM em empreendimentos de empresas da construção civil brasileira.
- Analisar a margem de erro dos orçamentos ao estágio de desenvolvimento de projetos.

- Analisar os estágios de implementação e as diferentes modelagens que constituem o BIM.

1.4. HIPÓTESE

A utilização do BIM, implantado por empresas construtoras e/ou incorporadoras e prestadoras de serviço atuantes no mercado atual brasileiro, possuem informações de projeto mais detalhadas nas fases iniciais a partir da integração entre o processo de projeto, orçamento e planejamento.

Ao contrário dos desenhos 2D e 3D baseados em entidades (e não em elementos construtivos), que contribuem para a falta de compreensão do sistema construtivo, o processo BIM melhora sensivelmente a visualização espacial do que está sendo concebidos, os graves erros na representação nos desenhos técnicos tendem a diminuir. O processo BIM propicia um aprendizado integrador, aonde os elementos construtivos vão sendo paulatinamente definidos em três dimensões (FLORIO, 2007). Em geral, as diversas áreas do projeto incluem a melhoria da qualidade, precisão, coordenação e eficácia em busca de uma rica e diversificada gama de informações geradas acerca de um edifício que podem ser capturadas com o modelo BIM (KAM, 2007).

A proposta BIM é que o edifício seja construído virtualmente no computador, antes da construção real no canteiro, processo que reuniria os envolvidos em um arranjo virtual de projeto cooperativo, garantindo que o conhecimento agregado por cada profissional fosse integrado em uma única fonte de dados, o modelo do edifício (EASTMAN, 2004 citado por SCHEER e AYRES FILHO, 2009).

1.5. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A definição do tema se baseou em sugestões para pesquisa futuras retiradas de outras publicações, a exemplo Tzortzopoulos (1999) e Azevedo (2009), nas falhas apresentadas pela gestão de custo tradicional, Kern (2005) e

Marchiori (2009), e nos bons resultados do BIM apresentados pelos autores Souza et al. (2009) e Vasconcelos (2010). Para delimitar a abordagem da influência das informações contidas em projeto no processo orçamentário, a análise do produto orçamento desta dissertação concentra-se nos quantitativos levantados em projeto. Marchiori (2009) alerta que as entradas orçamentárias são constituídas por: quantitativos levantados em projetos, indicadores de consumo dos insumos e preços unitários.

De um modo geral, o controle de custos na construção civil está fundamentado na identificação de variações entre os custos orçados e os custos reais (MARCHESAN, 2001).

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

A Figura 1 apresenta a estrutura geral da pesquisa:

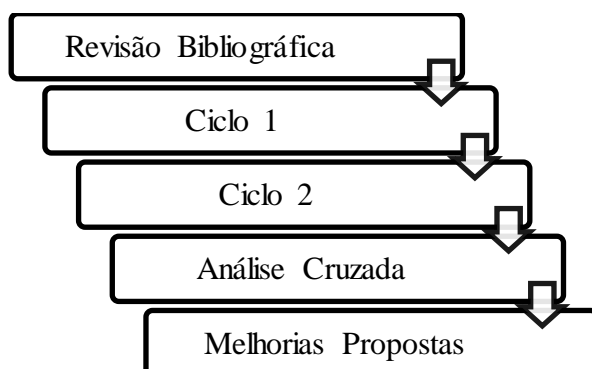


FIGURA 1: ESTRUTURA GERAL DA PESQUISA.
FONTE: DA AUTORA

Para o alcance do objetivo previsto nesse trabalho, serão apresentadas três etapas distintas:

A primeira consiste no embasamento teórico e levantamento acerca da temática, de modo a compreender os condicionantes estruturais e conjunturais a que se vinculam hierarquizados em três capítulos:

Capítulo 1: Introdução

Capítulo 2: O impacto do fluxo de informações no planejamento, orçamento e execução de empreendimentos.

Capítulo 3: Metodologia

A segunda etapa é a coleta de dados, levantamento e análise de dados secundários, projetos, estudos, materiais informativos do estudo de casos múltiplos compondo, assim o Capítulo 4:

Capítulo 4: Estudo de casos múltiplos

Os casos foram separados em Ciclos para diferenciação das representações em projeto.

São dois estudos de casos múltiplos assim caracterizados pelo Ciclo 1 – Contextualização do Tema: Estudo de Caso A, Orçamento Convencional com representações em 2D de uma empresa construtora situada na cidade de Curitiba e Estudo de Caso B, Orçamento Convencional com representações em 2D de uma empresa construtora situada na cidade de Goiânia.

São quatro estudos de casos múltiplos caracterizados pelo Ciclo 2 – Exploração do Tema: Estudo de Caso C, Modelagem BIM de uma empresa construtora situada na cidade de São Paulo; Estudo de Caso D, Modelagem BIM em fase de implantação de uma empresa construtora situada na cidade de São Paulo; Estudo de Caso E, Modelagem BIM como um teste no setor público da cidade de São José dos Pinhais e Estudo de Caso F, Modelagem BIM de uma empresa prestadora de serviços técnicos em orçamento e planejamento de obra situada na cidade de São Paulo.

A terceira e última etapa consistiu na análise do objeto de estudo tendo como procedimento um exercício de observação, seleção e estruturação das informações, reunindo todas as variáveis e elementos pertinentes ao trabalho. Deste modo, foi possível identificar as principais potencialidades e falhas tirando partido, comparando os resultados e propondo melhorias, estruturando assim mais dois capítulos:

Capítulo 5: Análise cruzada. Refere-se ao desenvolvimento e resultados obtidos na realização dos dois ciclos e as melhores práticas apresentadas.

Capítulo 6: Conclusões. Contendo as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

1.7. RESUMO

Neste capítulo apresentou-se a introdução do tema proposto, a justificativa, problema, objetivos, delimitação da pesquisa e a estrutura do trabalho.

O IMPACTO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E EXECUÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO

2.1. ASPECTOS ORGANIZACIONAIS

Os edifícios, produtos gerados pela indústria de construção imobiliária, são sem dúvida, caracterizados por sua singularidade. Cada empreendimento de edificação equivale, em termos gerais, ao desenvolvimento de um novo produto na indústria de transformação, uma vez que cada empreendimento exige um novo terreno, um novo projeto e a montagem de um novo sistema de produção (FABRICIO, 2002).

O empreendimento como um todo, tem um ciclo de vida definido em quatro etapas básicas, conforme Figura 2, onde as ordenadas representam a quantidade de trabalho envolvida em cada etapa (STONNER, 2001).

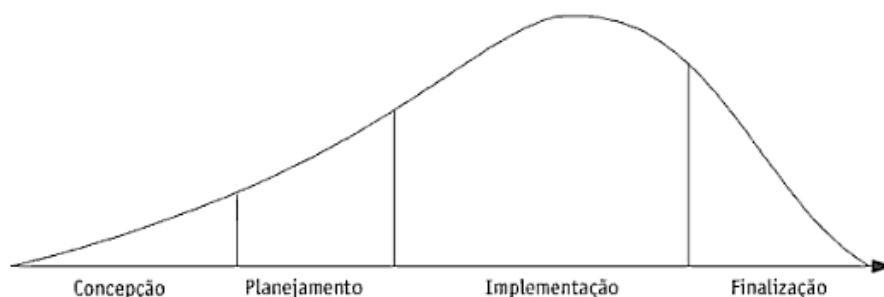


FIGURA 2: CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO E A QUANTIDADE DE TRABALHO ENVOLVIDO EM CADA ETAPA.

FONTE: STONNER, 2001.

A concepção é uma etapa que envolve: estudo de viabilidade técnica econômica, pesquisa de mercado, estudo da legislação vigente, estimativa de custos (por correlação – analogia com obras similares ou por índices – custos por volume de trabalho obtido através de publicações de custos), estrutura organizacional, dentre outras. Na etapa planejamento é responsabilidade do cliente estabelecer o macroplanejamento e pode ser composta por: estrutura analítica do projeto, orçamento (a estimativa de custo da etapa anterior pode

ser melhor detalhada), definições de metas, etapas de contratação, política de suprimentos, programar fases de execução. Na implementação, a etapa consome maior quantidade de recursos e custos, suas fases podem compreender: gerenciar/fiscalizar contratos, fazer acompanhamento e controle, identificar problemas, replanejar, alocar recursos, programar tarefas, ajustar prazos e metas. Na finalização, as contratadas fazem a passagem de serviços para a contratante ou, no caso de execução com pessoal próprio, o pessoal de execução entrega a unidade ao pessoal do processo de produção, suas fases compreendem: condicionamento de equipes para a partida, operação assistida, treinamento de pessoal, assistência técnica, cumprimento de garantias, relocação de pessoal.

Para Fabricio (2002), na construção, os ciclos de vida dos empreendimentos são bastante longos e compreendem diversas fases, que vão da montagem das operações (concepção e promoção do empreendimento) ao descarte (demolição) ou reabilitação (recuperação das condições de uso) das edificações, passando pelas fases de projeto, construção, uso e manutenção. Durante essas diversas fases atuam ou estão envolvidos no empreendimento diversos agentes independentes, com diferentes papéis e objetivos junto ao empreendimento. Stonner (2001) propõe na Figura 3, o ciclo de um empreendimento como um fluxo.

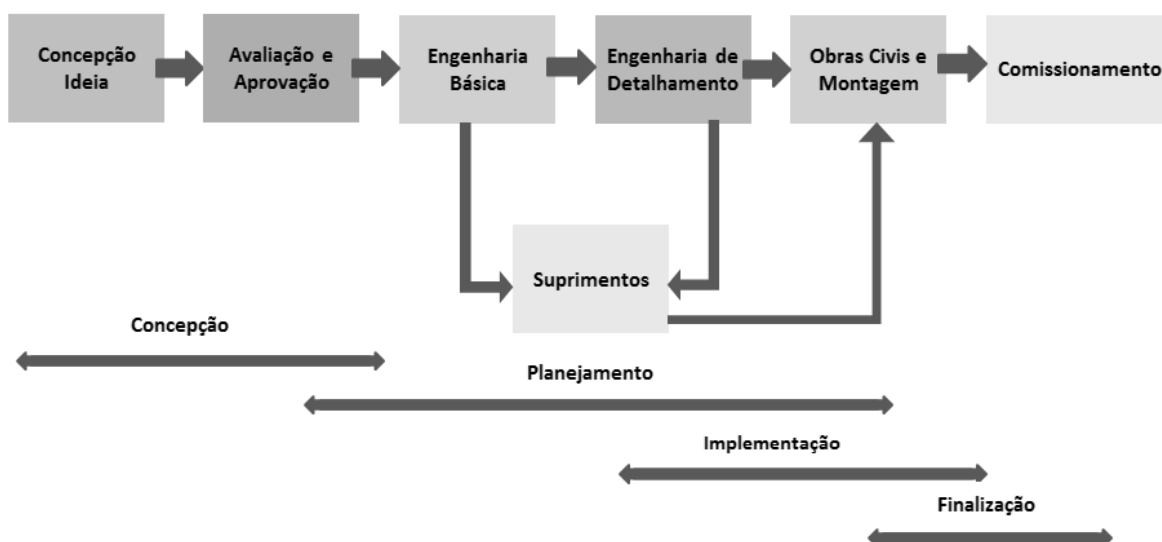


FIGURA 3: CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO COMO UM FLUXO.
FONTE: STONNER (2001).

As etapas podem se concomitantes, com maior ou menor intensidade. A engenharia básica tem como objetivo dimensionar a instalação, definir normas e critérios aplicáveis, avaliar custos de equipamento, montagem e instalação. A engenharia de detalhamento oferece insumos necessários para a compra de equipamentos e materiais, contratação de serviços de obras civis, execução da obra. A atividade suprimento consiste em pesquisa de preço, colocação de pedidos de compra, gerenciamento de materiais, inspeção de recebimento e logística de materiais.

A estrutura organizacional é muito importante para a efetividade da gestão da informação e do conhecimento, pois é a partir dela, da estrutura, que os fluxos informacionais se desenvolvem. Entende-se por estrutura organizacional a organização das atividades, funções e autoridades necessárias para atingir um determinado objetivo e missão (MONTEIRO e VALENTIM, 2008).

As organizações têm uma estrutura composta por diferentes níveis e especializações. Essa estrutura revela uma clara divisão de trabalho (LAUDON e LAUDON, 2008). São formadas por três diferentes ambientes: o primeiro está ligado ao próprio organograma, isto é, as inter-relações entre as diferentes unidades de trabalho como diretorias, gerências, divisões, departamentos, setores, seções etc.; o segundo está relacionado à estrutura de recursos humanos, isto é, as relações entre pessoas das diferentes unidades de trabalho e, o terceiro e último, é composto pela estrutura informacional, ou seja, geração de dados, informação e conhecimento pelos dois ambientes anteriores. A partir do reconhecimento desses três ambientes, Figura 4, apresenta os fluxos informais de informação existentes na organização, assim como se podem estabelecer fluxos formais de informação para consumo da própria organização (VALENTIM, 2002).

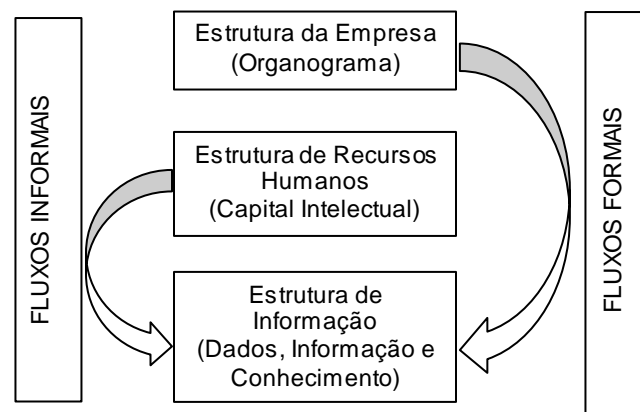


FIGURA 4: AMBIENTES ORGANIZACIONAIS.
FONTE: VALENTIM (2002).

Cianconi (2003) estrutura a comunicação entre os atores em uma organização com diferentes modelos mentais reflexo da cultura organizacional e assim estrutura as organizações:

- Tradicional: A alta administração é responsável pelo controle de empresa por meio da comunicação através da estrutura estabelecida, este modelo marcou a era industrial, quando as organizações visam prioritariamente minimizar custos através da otimização de tarefas repetitivas.
- Em Rede: Exigem menos controles, as responsabilidades são assumidas por um conjunto de funcionários que formam uma equipe e uma estrutura, são geralmente lideradas por um alto funcionário. Todavia, esta estrutura organizacional baseada em rede, traz como desvantagem o fato de focalizar, preferencialmente, os recursos internos, negligenciando o foco externo.
- Reconfigurável: Usa o modelo de rede e tira proveito da tecnologia da informática para incorporar as especializações e atributos de outras empresas, é chamada de organização baseada em valor. Constituída de um conjunto modular e reconfigurável de indivíduos que pode ser usado, ou colocado lado a lado, conforme a situação exigir. Descobre novas tendências a partir das necessidades dos clientes e gera novas ideias de conceitos de novos produtos e serviços a partir da interação com outras empresas.

Em relação ao processo decisório, quanto maior o nível hierárquico, menor é o volume de informações e maior é a responsabilidade ou o risco. Cintra (1998) citado por Silva (2002) descreve os seguintes níveis hierárquicos e a correspondente necessidade de informação de cada um deles:

- Estratégico: Informações sumarizadas fornecidas pelos gerentes em nível comparativo.
- Tático: Informações mais detalhadas coletadas do operacional e gerando informações resumidas de subprojetos. Como se destina à tomada de decisões dentro da empresa acaba levando ao sistema de decisão. Portanto, tem um caráter não rotineiro. Assim, quanto maior o nível do tomador de decisão, maior a necessidade de informações não estruturadas.
- Operacional: Trabalha normalmente com grande quantidade de informações para se definir perfeitamente os serviços a serem executados. Trata da medição em nível individualizado sobre produto, processo e serviço. Cuida para que determinadas atividades continuem acontecendo dentro do ciclo operacional da empresa. Este nível trata das informações necessárias para a execução de uma determinada tarefa e, portanto, faz parte da rotina da organização.

2.1.1. Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP)

O Processo de Desenvolvimento de Produtos se constitui num dos processos-chave de qualquer empresa que se proponha a competir por meio da criação de produtos próprios e da busca de liderança tecnológica. O sucesso será conquistado pelas empresas que sabem produzir valor de mercado, aquelas que podem entregar o que as pessoas querem comprar. Assim sendo, o Processo de Desenvolvimento de Produtos deve ser abrangente, iniciando-se no entendimento das necessidades de mercado e terminando no final do ciclo de vida do produto (ROZENFELD et al., 2006).

O sucesso da empresa, no mercado em que atua, depende de estabelecer metas e objetivos de produção e, em decorrência disto, planejar e direcionar a ação dos recursos humanos integrados aos recursos físicos, além

de controlar essas ações para que possíveis desvios sejam percebidos e imediatamente corrigidos. Essas funções envolvem o que se chama de Planejamento e Controle da Produção (MORAES e SERRA, 2009).

O PDP na construção civil é caracterizado por sua elevada complexidade, principalmente no que diz respeito às características próprias do setor, do produto e dos diferentes envolvidos no processo. Observa-se que muitas decisões de projeto são tomadas durante a execução do produto por pessoas que usualmente não participaram do desenvolvimento do projeto e o processo de tomada de decisão. A eficácia do planejamento esta associada à eficácia na troca de informação com o estabelecimento de padrões de interoperabilidade, de representação dos projetos e do meio de troca de informação entre os envolvidos. O aumento da complexidade dos produtos e processos tem exigido das empresas modificação da forma de conduzir esse processo, o atendimento rápido e eficaz às solicitações de mercado tem sido considerado essencial ao sucesso das empresas (CODINHOTO, 2003).

A integração e compatibilização entre as etapas de um empreendimento, de modo que a experiência realizada na etapa de execução - na qual deverá ocorrer a otimização das técnicas construtivas, um gerenciamento efetivo da produção e a constante melhoria das atividades subcontratadas - contribua para que se alcancem por meio do projeto os objetivos de orientação à etapa de execução e de eficácia na comunicação de informações (MELHADO, 1994).

2.1.2. Sistemas de Informação

Um adequado emprego da Gestão da Informação como recurso estratégico teria que considerar as informações internas – seu fluxo, as necessidades e metas do prestador de serviços – e, igualmente, as informações externas, sejam do mercado econômico, dos clientes, dos parceiros, aos quais os serviços devem sempre se adequar e cujas necessidades devem se antecipar. Os sistemas precisam ser integrados, mesmo se envolvem organizações diferentes. O que importa é o processo, o fluxo de informações, não a função dos organismos que prestam os serviços (CIANCONI, 2003).

A gestão da informação requer o estabelecimento de processos, etapas sistematizadas, organizadas e estruturadas pelas quais os fluxos informacionais são responsáveis (FLORIANI, 2007). Para Oliveira (2009), os sistemas de informação representam requisito crucial para a organização, controle e gestão de grande quantidade de dados e papéis que poderão adquirir valor para os processos decisórios.

Um sistema de informação pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e controle de uma organização. Esses sistemas também auxiliam os gerentes e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos (LAUDON e LAUDON, 2008).

A função de um sistema de informação deve ser a de “suprir os diversos níveis hierárquicos da empresa, ora transmitindo a informação compatível para a tomada de decisão, ora trazendo os resultados apontados, retroalimentando todo o processo gerencial” (CINTRA, 1998 citado por SILVA, 2002). Esses resultados serão satisfatórios, caso exista um planejamento e controle adequados de todas as atividades que constituem o projeto. Dessa forma, a informação eficaz e precisa assume um papel de destaque no desenvolvimento e sustentação das empresas no atual mercado.

Um aspecto importante que deve ser verificado nos sistemas de informações adotados pelas empresas é que esses devem integrar as informações em três dimensões: horizontalmente entre as várias especialidades que participam de um empreendimento, verticalmente entre as fases do ciclo de vida do empreendimento e longitudinalmente ao longo do tempo, objetivando a captura, análise e reuso de conhecimento obtido durante as fases anteriores do ciclo de vida (SALES et al., 2003).

Três atividades em um sistema de informação produzem as informações de que as organizações necessitam para tomar decisões e controlar operações, analisar problemas e criar novos produtos ou serviços. Essas atividades são: entrada, o processamento e a saída. A entrada captura ou coleta dados brutos de dentro da organização ou do seu ambiente externo. O processamento converte esses dados brutos em uma forma mais significativa.

A saída transfere as informações processadas às pessoas que as utilizarão ou às atividades nas quais elas serão empregadas. Os sistemas de informação também requerem um feedback, que é a saída que retorna a determinados membros da organização para ajudá-los a avaliar ou corrigir o estágio da entrada (LAUDON e LAUDON, 2008).

A Figura 5 ilustra a relação entre a Gestão da Informação e a Gestão do Conhecimento. Gestão da informação busca essencialmente organizar, controlar e tornar disponíveis as informações registradas, com ênfase nos recursos, procedimentos, metodologias e tecnologias, a Gestão do Conhecimento busca apoiar a geração de novas ideias, a criação e compartilhamento do conhecimento, a aprendizagem organizacional, requerendo um alto grau de envolvimento humano e gestão de pessoas, além do suporte tecnológico (CIANCONI, 2003).



FIGURA 5: RELAÇÃO ENTRE A GESTÃO DA INFORMAÇÃO E A GESTÃO DO CONHECIMENTO.

FONTE: CIANCONI (2003).

A gestão da informação e do conhecimento ocorre a partir dos fluxos formais e informais corporativos, de tal modo, que a primeira atividade a ser desenvolvida é o mapeamento desses fluxos. A partir do reconhecimento desses fluxos é que o trabalho de gestão da informação se inicia (MONTEIRO e VALENTIM, 2008).

2.1.3. Fluxo de Informações

O estudo do fluxo de informações dentro de ambientes organizacionais proporciona uma racionalização dos processos fazendo com que as empresas passem a exercer domínio sobre todas as informações necessárias e desnecessárias de seus processos (SALES et al., 2003).

Lesca e Almeida (1994) propõem um modelo, Figura 6, onde os fluxos de informações são divididos em: etapa do fluxo da informação advindo do ambiente externo e utilizado pela organização; etapa do fluxo produzido e destinado à organização, ou seja, o fluxo no âmbito interno de informações e etapa produzida pela organização e destinada ao mercado externo da organização (clientes, fornecedores, concorrentes).



FIGURA 6: ETAPAS DO FLUXO DE INFORMAÇÃO.
FONTE: LESCA E ALMEIDA (1994).

Os fluxos formais podem ocorrer de forma horizontal, transversal e vertical. Os fluxos informacionais horizontais são constituídos por diferentes unidades organizacionais do mesmo nível hierárquico; os fluxos informacionais transversais ocorrem por meio de diferentes unidades organizacionais de diferentes níveis hierárquicos, e, os fluxos informacionais verticais são construídos por meio de diferentes níveis hierárquicos de uma mesma área organizacional (MONTEIRO e VALENTIM, 2008).

Um fluxo vertical de informações menos rígido, ou distribuição menos hierárquica é uma boa ideia, mas a troca de informações entre colegas de mesmo nível hierárquico ou fluxo horizontal de informações tem uma influência

maior sobre o ambiente informacional de uma empresa (DAVENPORT, 1998). Para gerenciar esses fluxos informacionais, formais ou informais, é necessário realizar algumas ações integradas objetivando prospectar, selecionar, filtrar, tratar e disseminar todo o ativo informacional e intelectual da organização, incluindo desde documentos, bancos e bases de dados etc., produzidos interna e externamente à organização até o conhecimento individual dos diferentes atores existentes na organização (VALENTIM, 2002).

Ressalta-se que os fluxos ocorrem por meio de interações formalizadas e sistematizadas no ambiente organizacional. Os fluxos informais ocorrem tanto no nível estratégico e tático, quanto no nível operacional e, geralmente, ocorrem em forma de rede de relacionamento, visto que os líderes têm papel fundamental na constituição deste tipo de fluxo, pois são os aglutinadores e os responsáveis pela dinâmica do fluxo. Destaca-se que este tipo de fluxo é extremamente importante para as organizações voltadas à aprendizagem (*learning organizations*), portanto deve ser foco do trabalho realizado pela gestão do conhecimento (MONTEIRO e VALENTIM, 2008).

2.2. O PROJETO COMO INFORMAÇÃO

O projeto deve ser encarado como informação, a qual pode ser de natureza tecnológica (como no caso de indicações de detalhes construtivos ou locação de equipamentos) ou de cunho puramente gerencial, sendo útil ao planejamento e programação das atividades de execução, ou que a ela dão suporte (como no caso de suprimentos e contratações de serviços), sendo assim de importância crucial (MELHADO, 1994).

A integração entre os processos de projeto e produção no setor da construção revela que sua efetivação depende prioritariamente de um planejamento adequado e do gerenciamento do fluxo de informações. O processo construtivo deve ser pensado durante o desenvolvimento do projeto para que problemas como incompatibilidade entre projeto e execução, não sejam causadores de aumento de custos e para que estejam contemplados todos os quesitos que definem a qualidade pelo seu conceito mais abrangente (REZENDE, 2008).

Um dos passos principais para possibilitar a melhoria do processo de projeto é o desenvolvimento de um plano geral, no qual são definidas as principais atividades que devem ser desenvolvidas, suas relações de precedência, os papéis e responsabilidades dos intervenientes do processo, o fluxo principal de informações e instrumentos de retroalimentação dentro do processo e também para futuros empreendimentos (TZORTZOPOULOS, 1999).

Dentro do processo de desenvolvimento do produto edificação o processo de projeto é considerado como um fluxo, no qual a transformação ou a criação individual está inserida no contexto do trabalho de equipe (JACQUES, 2000). O fluxo de informações pode se tornar mais eficiente, quando são estabelecidas formalmente as informações necessárias ao desenvolvimento de cada atividade, bem como os responsáveis por estas e as informações que devem ser produzidas (TZORTZOPOULOS, 1999).

2.2.1. Processo de Projeto de Edificações

O processo de projeto de edificações é um dos subprocessos mais importantes da construção civil. Assim sendo, devem ser identificadas as relações existentes entre o processo de projeto e os demais processos da construção civil, particularmente aqueles relacionados ao gerenciamento do empreendimento. Esta identificação busca salientar a importância da visão sistêmica através de um melhor entendimento das relações e interdependências existentes na construção (TZORTZOPOULOS, 1999).

A atividade de projetar não pode ser resumida à caracterização geométrica e das especificações de acabamento do produto desejado – uma série de dados quanto ao processo de produção devem ser colocados entre as informações que compõem o conjunto de elementos de projeto (MELHADO, 1994). O projeto apresenta um caráter abrangente e tem importância fundamental no processo produtivo, definindo, a partir das necessidades do cliente, a estrutura física do produto assim como o processo construtivo a ser empregado na sua construção (PETRUCCI Jr, 2003). No entanto, o baixo custo nas etapas de projeto em relação à construção encobre a real importância

deste processo (TZORTZOPOULOS, 1999). A Figura 7 apresenta a distribuição de custos do empreendimento (STONNER, 2001).

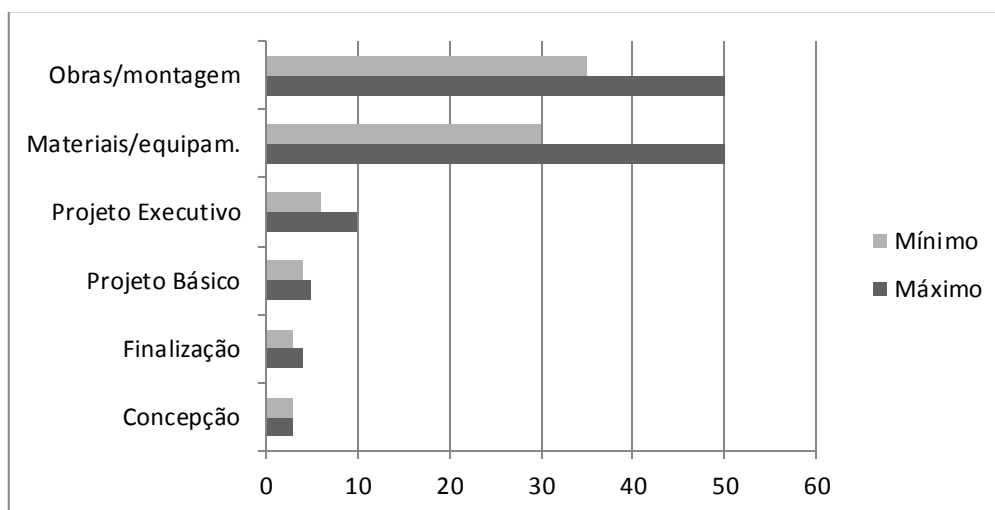


FIGURA 7: DISTRIBUIÇÃO DOS CUSTOS DO EMPREENDIMENTO.
FONTE: STONNER (2001).

O processo de projeto de edificações da construção civil tem grande influência sobre os demais processos da empresa e sobre a qualidade do produto final. Neste processo estão envolvidos diversos agentes, com diferentes culturas, funções e especialidades, que manipulam uma grande quantidade de informações necessárias para o desenvolvimento de suas atividades (TZORTZOPOULOS, 1999). A eficiência na elaboração do projeto de construção depende da qualidade do produto resultante (edifícios), justificando-se, portanto a adoção de procedimentos metodologicamente estabelecidos que visem orientar simultânea e conjuntamente os vários profissionais e estabelecer adequado fluxo de informação entre eles, além de conduzir as decisões a serem tomadas nesta fase do empreendimento (MELHADO, 1994). A Figura 8 ilustra a inserção do projeto ao longo de suas fases e o papel dos quatro participantes do empreendimento: empreendedor, equipe de projeto, construtor e usuário.

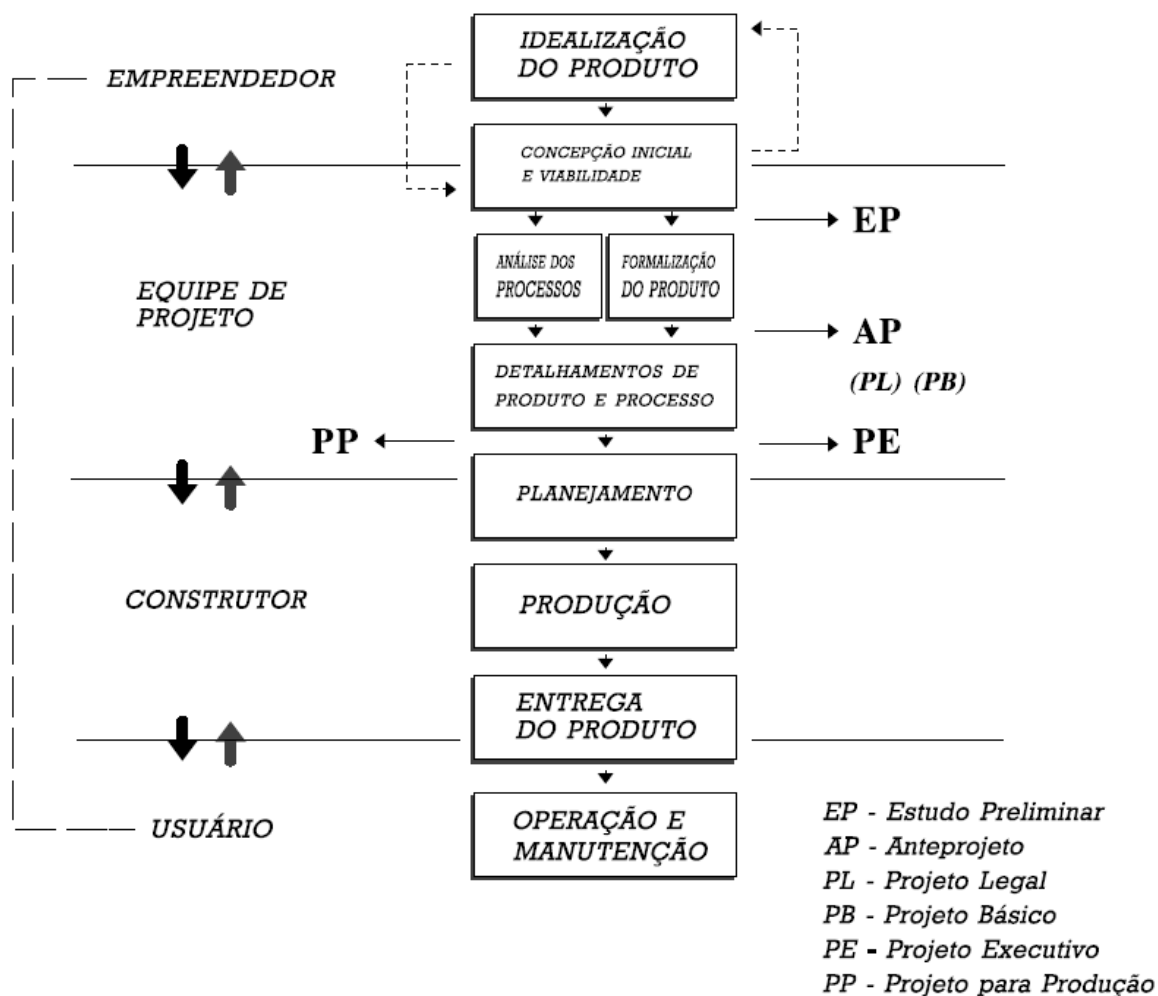


FIGURA 8: PROPOSTA PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO COM A AÇÃO DOS QUATRO PARTICIPANTES DO EMPREENDIMENTO.
FONTE: MELHADO (1994).

Dentro dos princípios de gestão de projetos, remetendo ao pensamento de caráter industrial, Melhado (1994) propõe a integração do projeto conceituando-o como uma atividade ou serviço específico para uma determinada obra, imprescindível para a sua fase de execução dentro de um processo de produção, identificando assim uma forte ligação com a Engenharia Simultânea. Neste contexto, o produto deve ser encarado como uma informação extrapolando a visão de função devido à importância do seu processo.

O conceito de Projeto Simultâneo deve ser entendido como uma adaptação (ao setor) da Engenharia Simultânea que busca convergir, no processo de projeto do edifício, os interesses dos diversos agentes participantes do ciclo de vida do empreendimento, considerando precoce e globalmente as repercussões das decisões de projeto na eficiência dos

sistemas de produção e na qualidade dos produtos gerados, envolvendo aspectos como construtibilidade, habitabilidade, manutenibilidade e sustentabilidade das edificações (FABRICIO, 2002).

Na construção de edificações, os projetos são geralmente desenvolvidos paralelamente pelos diversos projetistas (arquitetura, estruturas e instalações), sendo reunidos somente na hora da execução dos serviços, na obra. Este procedimento gera uma série de incompatibilidades que comprometem a qualidade do produto final e causam perdas de materiais e produtividade. É fundamental que exista uma coordenação de projetos, que os compatibilize desde os estudos preliminares (GOZZI e OLIVEIRA, 2001 citado por PETRUCCI Jr, 2003).

A compatibilidade de projetos é uma tarefa voltada à execução, e tem de ser considerada como intrinsecamente a ela. Portanto, os projetos devem ser realistas, buscando adoção de medidas de racionalização tanto no projeto como na execução, tendo em vista alcançar a construtibilidade do produto (VANNI et al., 1999 citado por PETRUCCI Jr, 2003).

Complementando, é necessário no projeto para produção que sejam definidos conceitos ligados ao planejamento e controle da obra, tais como: técnicas de execução, sequências de execução, arranjo de canteiro, sistemática de transporte, entre outros. Alguns destes itens são desenvolvidos geralmente pela equipe de produção da obra, às vezes de forma não muito metódicos, ou supridos parcialmente pelos procedimentos da empresa (PEÑA e FRANCO, 2006). Ou estabelecidos pelos orçamentistas no levantamento de quantitativos.

Tal conjunto de informações distingue-se de uma coletânea de normas para execução dos serviços, já que no primeiro há o caráter necessário de sequenciamento e orientação das atividades, como um todo, ao longo das etapas de execução da obra (MELHADO, 1994).

2.2.2. Qualidade da Informação do Projeto

Sobre a qualidade da informação do projeto, Cambiaghi (1992) citado por Melhado (1994) afirma que o conteúdo de um projeto completo deve ser o

mais abrangente possível, de sorte a permitir: sua verificação e coordenação; identificação dos processos e métodos construtivos; qualificação, especificação e quantificação de todos os elementos que constituem a obra. Reinertsen (1997) citado por Trescastro (2005) destaca que o propósito fundamental do processo de projeto é gerar informação e que estas são trocadas ao longo do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP). As informações necessárias ao desenvolvimento de soluções de projeto são disponibilizadas mais tarde se comparando aos insumos de produção. Em uma atividade de produção, o produto requer 100% das informações no início do processo e os requisitos não devem ser alterados.

Davenport (1998) propõe seis características, que determinam o valor da informação nas organizações:

- **Exatidão:** Para ser percebida como valiosa e utilizada com confiança, à informação deve ser exata. As equipes de apoio devem considerar dimensões que afetam a exatidão dos dados, como o grau de precisão em medidas.
- **Oportunidade:** A definição de oportunidade envolve sempre uma situação específica. A necessidade de atualização é um dos motivos pelos quais as informações circulam, estejam ou não em um banco de dados. Em muitos casos, a informação só é útil se estiver atualizada.
- **Acessibilidade:** O acesso envolve não apenas a capacidade de abarcar a informação como as mãos e a mente, mas também estruturar um sistema de informação compreensível e que permita extrair dele o que interessa, sem ter de lidar com montanhas de arquivos indesejáveis.
- **Envolvimento:** Independentemente do seu valor, a informação deve ser apresentada como útil. O impacto da informação é a medida de como ela pode envolver o usuário potencial por meio do formato, do meio usado, da apresentação e de outros métodos.
- **Aplicabilidade:** Quando a informação pode ser diretamente utilizada para equacionar problemas ou apoiar a decisão de negócios, sem que isso envolva mais análises e rearranjo de dados, ela se torna aplicável. É preciso priorizar a facilidade de comunicação, a transmissão de informação não estruturada e a construção de redes em toda a

organização, bem como no ambiente externo. As exigências informacionais são determinadas por meio de observações de longo prazo sobre o comportamento gerencial no dia-a-dia.

- Escassez: A raridade de uma informação pode ter grande influência em seu valor. Nem toda informação precisa ser rara para ter valor se um determinado conjunto de dados pode ser facilmente obtido e usado por outros. Os membros da equipe podem gerar informação a partir do zero, de modo que nenhuma outra organização possa obter.

Silva (2007) analisa a qualidade da informação em pontos do processo produtivo e descreve os fatores da informação que influenciam na tomada de decisão. Para filtrar as informações e, que essas procurem suprir as necessidades do gestor, é necessário utilizar ferramentas adequadas com suporte ao Sistema de Informação (SI). Para se obter qualidade da informação conforme suas características serão utilizadas onze das utilizadas por Silva (2007) baseado em Wang et al. (2000) de acordo com a temática desta dissertação:

- Acuracidade: Direciona a confiabilidade da informação.
- Objetividade: Imparcialidade da informação.
- Credibilidade: Considera a veracidade.
- Acessibilidade: o quanto a informação está disponível.
- Relevância: utilidade da informação.
- Valor agregado: vantagens da informação.
- Temporalidade: Atualização da informação.
- Integridade: informação completa para realizar atividades.
- Interpretabilidade: informação adaptada para o usuário.
- Representação consistente: mantém um formato padrão.

A atividade de projeto deve ser entendida como instrumento fundamental para o aumento da competitividade da empresa, integrando-se aos demais processos que participam do ciclo do empreendimento, suas características e inter-relações devem ser consideradas para a obtenção da qualidade do projeto e do produto final. Projetar não é uma atividade exercida apenas pelos projetistas, pois cada participante do processo do empreendimento agrega decisões ao projeto, desde a idealização do produto até a etapa de execução.

Por esse motivo, a sistematização dos procedimentos de projeto é fundamental para potencializar de forma harmônica e evolutiva as várias intervenções inerentes ao processo (MELHADO, 1994).

2.3. INFORMAÇÕES DE PROJETO NA GESTÃO DE CUSTOS

Os atributos ou qualidade de um orçamento traduzem a sua capacidade de retratar a realidade de um projeto. Elencar as especificidades de uma determinada obra na fase de orçamento é a precisão que o orçamento deve conter, pois quanto maior e mais apurado for a sua elaboração, menor será sua margem de erro (XAVIER, 2008).

A obtenção de uma base de informações comum para o gerenciamento de projetos passa pela estruturação da base de dados orçamentária, que é o local onde estão reunidos todos os insumos e serviços empregados ao longo do processo produtivo. Tal estruturação deve possibilitar a integração e interligação entre informações, possibilitando uma maior confiabilidade e usabilidade ao orçamento para controle dos custos e do escopo do trabalho durante a execução da obra (MARCHIORI, 2009).

A estimativa de custos e levantamento de quantitativos é realizada em vários níveis diferentes de um projeto, dependendo do seu estágio (ALDER, 2006). Conforme o projeto amadurece, é possível extrair mais detalhadamente os quantitativos (EASTMAN et al., 2008). A Figura 9 representa a ideia de Marchiori (2009) de que distintas fases de projeto exigem propósitos diferentes do orçamento.

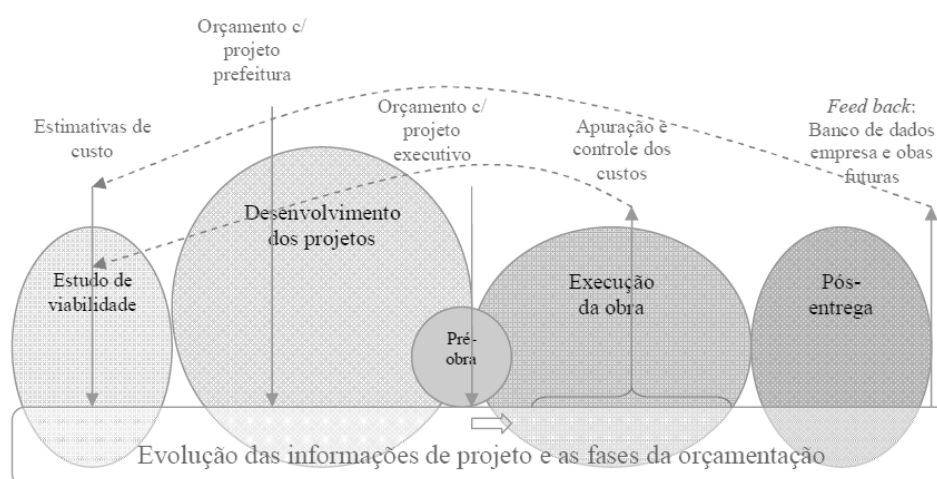


FIGURA 9: FASES DO PROJETO E PROPÓSITOS DIFERENTES DO ORÇAMENTO.
FONTE: MARCHIORI (2009).

O levantamento de quantitativos é uma das principais tarefas do orçamentista, pressupõe conhecimento de obra e conhecimento das etapas de execução, pois, nem sempre o projetista fornece estes quantitativos de forma detalhada. Um pequeno erro no cálculo de volume de concreto, metragem quadrada de piso e ou de fôrmas, entre tantos itens de um orçamento, por exemplo, podem gerar erros com consequências dolorosas à empresa construtora (XAVIER, 2008). Dessa forma, a exatidão dos quantitativos levantados para o orçamento depende diretamente do detalhamento do projeto, essa implicação teórica se afirma com cinco autores no Quadro 2.

INFORMAÇÕES DE PROJETOS	AUTOR
O projeto deve ser capaz de subsidiar as atividades de produção com informações de alto nível.	Melhado (1994)
Especificações insuficientes ou incorretas em projetos refletem diretamente na obra como desperdícios de materiais e retrabalhos.	Ohashi (2001)
O método utilizado para obter o custo está relacionado diretamente ao detalhamento de projeto.	Oliveira (1990) citado por Parisotto (2003)
O orçamento efetivo de custos são igualmente dependentes do conjunto de informações disponíveis.	Marchiori (2009)
O grau de detalhe a considerar deve ser adequado para que não haja nem falta de informação nem elementos supérfluos.	Santos (2010)

QUADRO 2: IMPLICAÇÕES TEÓRICAS SOBRE A RELAÇÃO PROJETO E ORÇAMENTO.
FONTE: MELHADO (1994); OHASHI (2001); OLIVEIRA (1990) CITADO POR PARISOTTO (2003); MARCHIORI (2009); SANTOS (2010).

Para a realização do orçamento, diferentes documentos devem ser analisados, incluindo projetos, memoriais descritivos, contratos e planos da produção, se existir. Além de informações não documentadas, tais como utilização de equipamentos especiais, necessidades de execução de serviços de infraestrutura no canteiro e serviços de movimentação de terra (KERN, 2005). A técnica orçamentária exige identificação clara do produto e ou serviço, descrição correta, quantificação, análise e valorização de uma série de itens, requerendo técnica, atenção e, principalmente, conhecimento de como se executa uma determinada obra e ou serviço. O conhecimento detalhado do serviço, a interpretação detalhada dos desenhos, planos e especificações da obra lhes permite a melhor maneira de realizar cada tarefa de uma obra, bem como identificar cada serviço e conseqüentemente seus custos (XAVIER, 2008).

Os projetistas e orçamentistas devem coordenar métodos para padronizar os componentes de construção e os atributos associados com os componentes para o levantamento de quantitativos. As estimativas de custos obtidas a partir do modelo de construção serão mais precisas a partir do rigor e nível de detalhe (EASTMAN et al., 2008). A falta de padronização no levantamento dos quantitativos em projeto pode ser apontada como uma das fontes de imprecisão no custo final do orçamento, além do desconhecimento sobre a relação indispensável entre o coeficiente de consumo da composição de custo e o respectivo critério de medição (MARCHIORI, 2009).

2.3.1. Planejamento e controle de Custos

De forma simplificada, pode-se dizer que o orçamento dos custos de uma obra é composto pelas seguintes informações: levantamento, nos projetos, das quantidades de serviços a serem executados na obra; custos unitários, que são produtos de indicadores de produtividade da mão-de obra e do consumo de materiais por unidade de serviço e preço unitário da mão-de-obra e dos materiais. Estes são elementos que constituem uma composição de custo; multiplicando-se o quantitativo do serviço pelo seu custo unitário, tem-se

o custo total do serviço e a soma destes, o custo direto da obra (MARCHIORI, 2009). Tal abordagem é ilustrada sinteticamente no Quadro 3.

FERRAMENTAS DAS ENTRADAS ORÇAMENTÁRIAS			
	Quantitativos levantados em projetos	Indicadores de consumo dos insumos	Preços unitários
ENTRADA	ARQUITETÔNICO (Manual) ESTRUTURAL E COMPLEMENTARES (automatizado)	Quantitativos em Planilhas Eletrônicas	Custos diretos
PROCESSAMENTO	Medição de todos os elementos de um edifício, utilizando-se da escala. Alder (2006). Levantamento de serviços requeridos Pela obra. Memória de Cálculo Xavier (2008).	Índices extraídos de tabelas (TCPO, SINAPI, REVISTA CONSTRUÇÃO) ou criados por empresas de <i>softwares</i> para construção civil. Castro et al. (1997) Estrutura Analítica de Projeto. Maria (2007); Marchiori (2009). Base de dados de composições	Custos indiretos e Preço de venda Xavier (2008).
SAÍDA	Quantitativos em Planilhas Eletrônicas.	Composição de custos (gastos relativos a um determinado serviço de obra, composto por insumos com especificações, unidades e coeficientes de consumo necessários à execução de uma unidade de serviço) Marchiori (2009).	Orçamento

QUADRO 3: ENTRADAS ORÇAMENTÁRIAS.

FONTE: CASTROS ET AL. (1997); ALDER (2006); MARIA (2007); XAVIER (2008); MARCHIORI (2009).

Essa descrição não reflete o real variável que pode depender das características da empresa, do empreendimento, da obra, do agente para o qual o orçamento está sendo feito, da etapa do projeto a qual o orçamento se refere. Outro fator que leva a variabilidades, é que cada orçamentista imprime ao orçamento as suas crenças e suas experiências anteriores. No Brasil, de forma geral, os levantamentos de quantitativos são tradicionalmente elaborados pelos orçamentistas ou pelo próprio projetista que elaborou o projeto e que, frequentemente entregam ao cliente um relatório gerado automaticamente pelo sistema computacional utilizado para elaboração do

projeto. Contudo, nem sempre está claro para os usuários do orçamento o que realmente é considerado. Esta postura foi confirmada pela autora em estudos exploratórios em empresas de São Paulo (MARCHIORI, 2009).

Na construção, tradicionalmente a forma de apuração de custos é através do custo-padrão, aplicado ao custeio por absorção. O uso do custo-padrão, que utiliza índices extraídos de tabelas como, por exemplo, TCPO, REVISTA CONSTRUÇÃO, etc., ou criados por empresas de *softwares* para construção civil, acaba por provocar distorções na análise de custos de empresas de construção civil uma vez que, em sua grande maioria, os índices padrões utilizados são obtidos a partir de publicações técnicas da área, representando empresas líderes do setor que apresentam um nível de produtividade melhor que o observado na maioria das empresas. No que se refere ao custeio por absorção, a maior crítica é devida ao fato da grande parte dos custos inerentes à baixa produtividade, perda de materiais, administração inadequada dos recursos, entre outras, ao serem simplesmente repassados ao produto final, não permitem uma análise mais adequada (CASTROS et al, 1997).

A informação gerada pelo processo de estimativa serve, basicamente, para apoiar decisões preliminares de projetos e basear as primeiras negociações com clientes e fornecedores. O produto desse processo é o orçamento, normalmente tem início nas fases preliminares do empreendimento e é utilizado para basear estudos de viabilidade (KERN, 2005). Durante a fase inicial do projeto, as quantidades disponíveis apenas para o cálculo são aqueles associados com áreas e volumes, como tipos de espaço, os comprimentos de perímetro, etc. (EASTMAN et al., 2008).

Um orçamento é elaborado considerando-se: Custos diretos (Mão-de-obra de operários, materiais e equipamentos), Custos indiretos (equipes de supervisão e apoio, despesas gerais com o canteiro de obras, taxas, etc.) e Preço de venda (incluindo custos diretos e indiretos, adicionando-se os impostos e lucro da operação). Os custos diretos de uma determinada obra são aqueles diretamente relacionados com o projeto e ao trabalho de campo e representam o custo orçado dos serviços levantados. Os custos indiretos de uma determinada obra são aqueles que não estão diretamente associados aos serviços no canteiro, mas são fundamentais para que o conjunto de serviços

denominados de custo direto seja realizado (XAVIER, 2008). A Tabela 1 apresenta a influência dos custos diretos nos custos referentes à construção, sendo que os materiais possuem uma perda de aproximadamente 30% (CASTROS et al., 1997).

TABELA 1: INFLUÊNCIA DOS CUSTOS DIRETOS NOS CUSTOS REFERENTES À CONSTRUÇÃO

CUSTOS DIRETOS	CONTRATO	CUSTO REFERENTE A CONSTRUÇÃO
Mão de obra	Por terceiros ou pela empresa por tempo indeterminado	40%
Materiais	A partir de quantidades (consumo e preço)	60% a 70% do custo da construção
Equipamentos	Depreciação ou aluguel	2%

.FONTE: CASTROS ET AL. (1997) ; SANTOS (2010).

Knolseisen (2003) e Santos (2010) definem o orçamento como produto, Quadro 4 e o classificam de acordo com a sua decomposição, nível de detalhamento, ordenação cronológica de acordo com as fases de projeto, grau de precisão e o método de cálculo.

Orçamento Produto	Decomposição do Produto	Nível de Detalhamento	Ordenação Cronológica	Grau de Precisão	Método de Cálculo
Knolseisen (2003) Santos (2010)	Global por partes	Sumário ou Detalhado	Preliminar ou Definitivo	Aproximado ou Preciso	Quantificação direta ou Correlação

QUADRO 4: DEFINIÇÕES DE ORÇAMENTO COMO PRODUTO.

FONTE: KNOLSEISEN (2003); SANTOS (2010).

A estimativa é mais complexa do que a simplesmente obtenção de uma lista de materiais e suas dimensões. Isso envolve a análise do edifício, o agrupamento de objetos em conjuntos apropriados para a construção, montagem e configuração de variáveis de item e, em seguida os preços dos objetos (KHEMLANI, 2006). Devido à complexidade de se estimar, aqueles que realizam o levantamento de quantitativos necessitam visualizar os itens que estão quantificando. Estimativas detalhadas são geralmente preparadas a partir de conjuntos completos de documentos antes de uma apresentação formal

(ALDER, 2006). O Quadro 5 apresenta a classificação do orçamento nas visões de alguns autores:

Stonner (2001); Avila et al. (2003); Sampaio (2005); Xavier (2008).	ESTIMATIVA DE CUSTO	Avaliação histórica com projetos similares. Por índices CUB ou Custo Unitário PINI. NBR 12721
Avila et al. (2003); Sampaio (2005); Xavier (2008).	ORÇAMENTO PRELIMINAR	Sintético, Resumido ou Estimativa. Levantamento de Quantitativos em projetos incompletos e custos dos principais serviços. Pode conter o BDI.
Stonner (2001)	ORÇAMENTO POR SIMILARIDADE	Proporção direta de uma obra similar. $C1/C2 = T1/ T2$. C1 e C2 custo das duas obras corrigidas pelo tempo.
Stonner (2001)	ORÇAMENTO POR CORRELAÇÃO	Por similaridade levando-se em conta o ganho de escala. $C1/C2 = (T1/T2)^n$ n é o expoente de escala, característico de cada empreendimento.
Avila et al. (2003)	ORÇAMENTO EXPEDITO	Com projetos executivos. Especificações sucintas, mas definitivas. Composições de preços genéricas.
Stonner (2001); Avila et al. (2003); Sampaio (2005); Xavier (2008).	ORÇAMENTO ANALÍTICO OU DETALHADO	Mais preciso e detalhado. Base nas composições de custo dos diversos serviços existentes, pesquisa de preço e de insumos. Composição de custos unitários (material, mão-de-obra e equipamentos) + custos indiretos + BDI. Avila et al. (2003) difere orçamento detalhado (com projetos executivos) do analítico (todos os elementos necessários).
Andrade (1996); Araújo (2003); Santos et. al (2009).	ORÇAMENTO EXECUTIVO	Adequa às informações de custos aos dados obtidos em obra segundo o conceito de operação. Preocupa-se com todos os detalhes de como uma obra será executada.

QUADRO 5: CLASSIFICAÇÃO DO ORÇAMENTO.

FONTE: ANDRADE (1996), STONNER (2001), ARAUJO (2003) AVILA ET AL. (2003), SAMPAIO (2005), XAVIER (2008) E SANTOS ET AL. (2009).

Kern (2005) aborda uma visão operacional aos custos, também conhecido como orçamento operacional e propõe o fluxo de informações, Figura 10 a partir das informações do processo de produção:

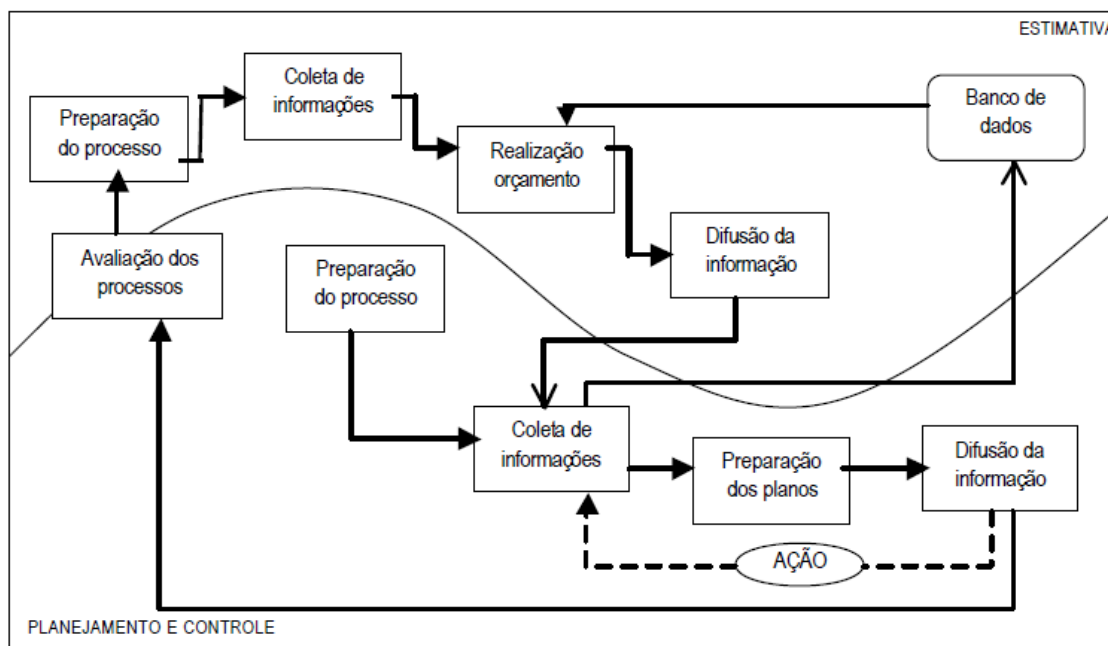


FIGURA 10: VISÃO OPERACIONAL DOS CUSTOS.
 FONTE: KERN (2005).

O processo de planejamento e controle dos custos envolve diferentes processos, funções e setores de uma empresa construtora, tais como orçamento, produção, suprimentos e diretoria. Deve existir um forte vínculo entre processo de planejamento e controle de custos com a gestão da produção e de projetos, no sentido de considerar e avaliar as alterações decorrentes do desenvolvimento desses processos, especialmente no caso de empreendimentos nos quais os processos de produção e de projeto são desenvolvidos de forma simultânea (KERN, 2005).

Os planos de custo devem ser controlados e atualizados de forma sistemática durante toda a fase de produção, através de ciclos de planejamento e controle de custos. Podendo auxiliar os gestores na tomada de decisões que envolvem a realização de ações preventivas e corretivas ao longo do tempo, visando a alcançar metas estabelecidas ou um melhor resultado financeiro. Entre essas decisões, podem ser destacadas aquelas referentes a contratos com fornecedores, compras de recursos, mudanças em processos e replanejamento da produção e definições de projeto (KERN, 2005).

2.4. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO CANAL DE INFORMAÇÃO

As empresas estão sempre tentando melhorar a eficiência de suas operações a fim de conseguir maior lucratividade. Das ferramentas de que os administradores dispõem, as tecnologias e os sistemas de informação estão entre as mais importantes para atingir altos níveis de eficiência e produtividade nas operações, especialmente quando combinadas com mudanças no comportamento da administração e nas práticas de negócio (LAUDON e LAUDON, 2008).

O processo de comunicação organizacional, que compreende a prática de interações entre pessoas, requer diferentes tipologias de comunicação. Os tipos e os canais de comunicação que normalmente são verificados nos processos de comunicação são: comunicação ascendente, descendente, vertical ou diagonal e, os canais, formais ou informais. Os canais ainda envolvem desde a comunicação face-a-face até a comunicação indireta por meio de revistas e informativos organizacionais (SILVA e SANTOS, 2003).

Considerando a informação como unidade básica, os vários agentes da construção civil, Nascimento e Santos (2008) classificam segundo o nível informacional em que se situam conforme o Quadro 6:

AGENTE DE DADOS	Digitador, escriturário, auxiliar, etc.
AGENTES DE INFORMAÇÃO	Desenhista, secretária, orçamentista, comprador, etc.
AGENTES DE CONHECIMENTO	Engenheiro, arquiteto, tecnólogo, etc.
AGENTES DE SABEDORIA	Coordenador, gerente, diretor, consultor, etc.

QUADRO 6: CLASSIFICAÇÃO DE AGENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL SEGUNDO SEU NÍVEL INFORMACIONAL.

FONTE: NASCIMENTO E SANTOS (2008).

As principais características das ferramentas de Tecnologia da Informação (TI) podem ser definidas de acordo com o uso por seus agentes. Por exemplo, para os agentes de dados, as ferramentas devem ter boa usabilidade para serem capazes de processar dados rapidamente já que estes profissionais não costumam verificar o conteúdo de seu trabalho. As ferramentas para os agentes de informação devem ser adaptadas para suas

funções, pois sua produtividade dependerá da melhor adequação aos seus usuários. Os agentes de conhecimento necessitam de ferramentas específicas para suas atividades e que sejam integráveis com a de seus parceiros para troca de conhecimentos. Para os agentes de sabedoria são necessárias ferramentas que consolidem os resultados gerados por outros trabalhadores, produzindo visões e previsões para análises (NASCIMENTO e SANTOS, 2008).

Por TI, entende-se todo *software* e todo *hardware* de que uma empresa necessita para atingir seus objetivos organizacionais (LAUDON e LAUDON, 2008). O impacto da tecnologia se faz sentir tanto nas relações comerciais entre empresas, clientes, fornecedores, parceiros, que mudam substancialmente com a adesão aos negócios eletrônicos (inovação organizacional), como nos processos de fabricação de produtos e prestação / distribuição de serviços (inovação tecnológica) (CIANCONI, 2003).

Inovações tecnológicas referem-se à utilização do conhecimento sobre novas formas de produzir e comercializar bens e serviços. Inovações organizacionais referem-se à introdução de novos meios de organizar empresas, fornecedores, produção e comercialização de bens e serviços. Tais inovações são vistas como complementares (LASTRES e FERRAZ, 1999 citado por CIANCONI, 2003).

Para tornarem competitivas, as organizações devem explorar as possibilidades de uso da tecnologia aplicada aos acervos de informação, Cianconi (2003) descreve o que envolve diversos aspectos:

- A informação propriamente dita que deve ser gerada, coletada e organizada, preferencialmente em meio eletrônico, e acessada via internet/intranet, base de dados, base de imagens de documentos, hipertextos, etc.;
- A tecnologia, ou seja, o *hardware*, o *software* e a infraestrutura física de telecomunicações;
- Os serviços básicos de comunicação: acesso a internet, correio eletrônico, transferência de arquivos, acesso remoto a base de dados, transmissão de imagens digitais;

- As aplicações e serviços a usuários (estes devem ser treinados nos aplicativos, capacitados a entender o emprego potencial das novas tecnologias, seu uso e aproveitamento);

Silva (2005) representa a formação do conhecimento organizacional, Figura 11, que se origina da transformação dos dados, através de recursos de *hardware* e *software*, em informação que devidamente tratada pode gerar conhecimento.

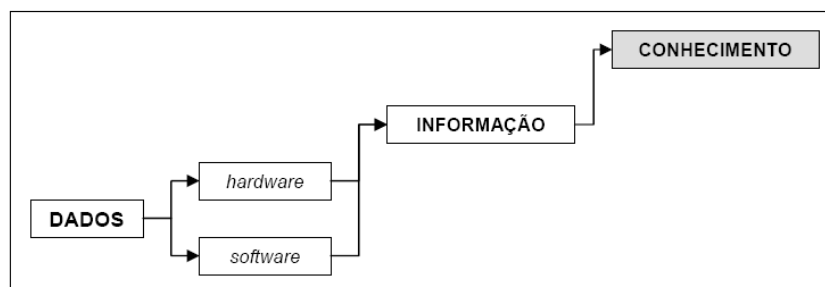


FIGURA 11: A FORMAÇÃO DO CONHECIMENTO ORGANIZACIONAL.
FONTE: SILVA (2005).

Devido ao volume de informações e conhecimentos envolvidos no desenvolvimento dos projetos, são necessários meios, como os recursos de informática e os sistemas de informação, para instrumentalizarem esse trabalho e, assim, gerirem de forma adequada o conhecimento. Os avanços das tecnologias de informática e de comunicação, aliadas aos sistemas de informação modificam os processos de geração, difusão e armazenamento de conhecimento (SILVA, 2005).

2.4.1. Sistemas de gestão empresarial (ERP)

Os sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP) têm sido utilizados como infraestrutura tecnológica para suporte às operações possibilitando integrar os diversos departamentos da empresa, a atualização permanente da base tecnológica e benefícios relacionados com a terceirização do desenvolvimento de aplicações. Entre as possibilidades de integração oferecidas pelo sistema está o compartilhamento de informações comuns entre os diversos módulos, de maneira que cada informação seja alimentada no sistema uma única vez, e a verificação cruzada das informações entre

diferentes partes do sistema. Outra possibilidade é o fornecimento instantâneo de informações, assim que são alimentadas no sistema, para todos os módulos que deles se utilizem. Entre as diversas formas de se desenvolver sistemas totalmente integrados está a utilização de um único banco de dados corporativo (SOUZA e ZWICKER, 2000).

São exemplos de sistemas ERP internacionais utilizadas em diversos tipos de organizações: SAP/R3, BANN4, *Oracle Applications*, *BPCS*, *People Soft*, *JDEdwards*, MFG/Pro, *Microsoft Dynamics AX* entre outros. No mercado brasileiro existe uma grande quantidade de fornecedores de ERP. As principais empresas do setor são as seguintes: Totvs (Microsiga, Logocenter, RM e DataSul), Senior e Interquadram (PEYERL, 2007). Em um dos casos utiliza-se o sistema UAU! Da Globaltec S/A.

2.4.2. BIM como um canal de informação

A modelagem de produto na construção pode proporcionar um melhor gerenciamento dos fluxos de informações e das suas transformações durante as atividades realizadas em todo o ciclo de vida do edifício, da concepção à construção, utilização e demolição. A principal ferramenta neste processo é o modelo do edifício, um repositório integrado de informações acessado por todos os envolvidos no desenvolvimento do edifício (AYRES FILHO, 2009). Como definição, o Quadro 7 apresenta seis visões:

CONCEITOS DE BIM	
Leitch e Messner (2007)	Processo de concepção, análise, integração e documentação do ciclo de vida do edifício, através do desenvolvimento de um protótipo virtual inteligente usando um banco de dados de informação.
Nbims (2007)	<p>PRODUTO: Modelo da edificação em padrões abertos e criada por ferramentas de informação.</p> <p>FERRAMENTA: Interpretam o modelo e agregam informações e representações a ele (<i>authoring tools</i>).</p> <p>PROCESSO: atividades colaborativas desenvolvidas durante todo o ciclo de vida da edificação.</p>
Eastman et al. (2008)	Tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção.
Coelho e Novaes (2008)	Evolução dos sistemas <i>Computer Aided Design</i> (CAD). Gerenciam a informação no ciclo de vida do projeto da edificação, através de um banco de informações integrado à modelagem em três dimensões.
Ayres Filho (2009)	É uma ferramenta com reconhecido potencial para aumentar significativamente a qualidade dos processos e dos produtos da indústria da construção civil.
Ruiz (2009)	É um conjunto de dados orientado a objetos ricos, inteligentes e paramétricos, digital, a partir de informações adequadas às necessidades dos vários usuários.
IAI (2010)	É uma nova abordagem para descrever e apresentar as informações necessárias para a concepção, construção e operação de instalações construídas. Informações diferentes utilizadas na construção em um único ambiente operacional.

QUADRO 7: CONCEITOS DE BIM.

FONTE: LEITCH E MESSNER (2007); NBIMS (2007); EASTMAN ET AL. (2008); COELHO E NOVAES (2008); AYRES FILHO (2009); RUIZ (2009); IAI (2010).

As informações trocadas entre os colaboradores não servem apenas para informar à parte que recebe, mas como um registro de qual informação foi ou não foi transmitida, de modo que, em caso de um conflito ou problema, a responsabilidade por uma decisão pode ser claramente determinada (STEEL, DROGEMULLER e TOTH, 2010).

Nos sistemas *Computer-Aided Design* (CAD), a geometria é baseada em coordenadas para o desenvolvimento de entidades gráficas, formando elementos de representação (paredes, portas, lajes, etc.). A alteração de um projeto desenvolvido em CAD (2D e 3D) implica em diversas modificações

“manuais” dos objetos representados. Os sistemas BIM adotam modelos paramétricos dos elementos construtivos de uma edificação e permitem o desenvolvimento de alterações dinâmicas no modelo gráfico, que refletem em todas as pranchas de desenho associadas, bem como nas tabelas de orçamento e especificações (COELHO e NOVAES, 2008).

A coordenação das informações do modelo BIM é assegurada por um repositório de informações padronizadas de desenhos da construção que contém informações embutidas que vão sendo acrescentadas pelos diversos participantes do desenvolvimento do produto da construção, garantindo a qualidade e a integridade do modelo. Todas as mudanças são guardadas e as visões dos projetos complementares implementados são atualizadas automaticamente (CRESPO e RUSCHEL, 2007).

CLAYTON et al. (2008), estabelecem um quadro conceitual para a compreensão da implementação BIM em empresas analisadas em seus estudos com três variantes e graus progressivamente de complexidade:

- BIM-A é o nível mais baixo e se refere ao uso de *software* BIM para acelerar a produção de documentos dentro de uma empresa de projeto. BIM-A atualmente fornece grandes vantagens sobre CAD convencionais. Pioneiros nas grandes empresas relatam uma economia de 30% ou mais nos custos de produção e um aumento dramático na lucratividade.
- BIM-B é o uso de *software* BIM entre as empresas parceiras para aproveitar oportunidades de troca de dados para reduzir custos de comunicação. BIM-B é apenas emergente em implementações em alguns projetos. BIM-B exige relacionamentos de longo prazo entre arquitetos, consultores e contratantes principais que podem justificar a padronização de procedimentos de documentação e representações. Em teoria, o valor de implantação pode ser muito alto. Na prática, existem indicadores de eficácia muito forte, mas os benefícios teóricos não são completamente realizados.
- BIM-I é o modelo conceitual da indústria em toda a adoção de protocolos de troca de dados em torno de interfaces de *software standard*. BIM-I requer a normalização generalizada dos protocolos de troca de dados, bem como acordos contratuais para compartilhar dados. O potencial de

reduzir custos de comunicação, reduzir o desperdício de construção, horários, agilizar e aumentar a qualidade são difíceis de quantificar, mas podem ser vários pontos percentuais do custo de construção.

A sequência de BIM-A para BIM-B para BIM-I é uma sequência natural e necessária que provavelmente deve ser seguido por cada empresa. BIM-B requer certo domínio interno de *software* e processos inovadores que são representativos do BIM-A, enquanto BIM-I exige um grau de familiaridade com a troca de dados necessários para BIM-B, bem como a adoção generalizada da tecnologia BIM e troca de dados entre os consultores, contratados e fornecedores (CLAYTON et al., 2008).

Segundo Scheer e Ayres Filho (2009), as diferentes modelagens que constituem a BIM podem ser divididas em quatro grupos: supermodelagem, que se ocupa dos processos envolvidos na produção; metamodelagem, que produz padrões para a troca de informações; modelagem, onde é produzido o modelo de um determinado edifício; e micromodelagem, a criação de objetos que passarão a constituir os modelos de edifícios como apresentado no Quadro 8.

	FOCO	OBJETIVO
SUPERMODELAGEM	Processos	Cooperação
METAMODELAGEM	Padrões	Interoperabilidade
MODELAGEM	Instâncias	Semântica
MICROMODELAGEM	Objetos	Comportamento

QUADRO 8: DIFERENTES MODELAGENS QUE CONSTITUEM A BIM.
FONTE: SCHEER E AYRES FILHO (2009).

2.4.2.1. Supermodelagem – Processo

A adoção de sistemas BIM aponta para a necessidade de revisão do processo de projeto e sua gestão na construção civil. A colaboração entre os membros das equipes de projeto passa a girar em torno de um modelo baseado nas informações necessárias para o planejamento e construção de um edifício. Nesse contexto, o envolvimento dos profissionais durante as fases de orçamento e concepção de projetos, de planejamento e de construção

mostra-se adequado à formação de um modelo consistente do edifício (COELHO e NOVAES, 2008).

A promessa desta tecnologia digital paramétrica e informações de intercâmbio entre aplicativos e usuários pretendem: reduzir os resíduos, reduzir os custos, melhorar a segurança do resultado e aperfeiçoar o desempenho da instalação de planejamento, concepção e construção. A possibilidade de visualizar e aplicar uma detecção automatizada de interferências no projeto melhora a coordenação entre as disciplinas evitando erros e omissões.

Dessa forma, em um projeto integrado, as ideias são julgadas por seus méritos, e as principais decisões são avaliadas pela equipe do projeto e, na maior medida prática, feita por unanimidade. Servindo o modelo BIM, portanto, como um recurso de conhecimento para obter informações facilitadas na tomada de decisões durante o ciclo de vida do empreendimento.

Pissarra (2010) sugere BIM como uma ferramenta de substituição das tradicionais ferramentas CAD em 2D. Para a implementação destas tecnologias, segundo Smith et al. (2009) citado por Pissarra (2010), o primeiro passo corresponde à avaliação crítica das principais competências da organização e dos objetivos do negócio, seguindo-se o desenvolvimento da estratégia de seleção da tecnologia apropriada de modo a substituir os tradicionais processos de produção e mecanismos de tomada de decisão, associados a atividades e serviços de baixo valor acrescentado, em direção a atividades e serviços de alto valor acrescentado.

Encontrou-se o sucesso nos fatores organizacionais em adotar tecnologias novas de BIM para a coordenação e colaboração de projetos. Inovações tecnológicas implicam em adaptações que envolvem riscos pela dificuldade em executar a tecnologia, pelos riscos financeiros de investimento e pela atitude dos trabalhadores que não participam necessariamente iguais no processo (colaborações mútuas e separadas). Representações do edifício tridimensional e base de dados associados ao contrário de plantas e especificações bidimensionais. Dentro da aplicação da tecnologia BIM à colaboração da coordenação de projeto, as barreiras comuns a ambos os projetos podem ser colocado em quatro categorias de confiança: liderança, tecnologia da informação, processos do trabalho, e as habilidades de projetistas (DOSSICK, NEFF e JUAN, 2008).

Um dos desafios enfrentados pela indústria da construção civil é a utilização do BIM, não só como uma ferramenta no processo de concepção, mas como a interface para a troca de informações entre os envolvidos nos projetos (STEEL, DROGEMULLER e TOTH, 2010).

2.4.2.2. Metamodelagem – interoperabilidade entre aplicações

No nível mais alto, o da metamodelagem, figuram as questões sobre modelos conceituais, interoperabilidade de aplicações e os impactos da tecnologia sobre a indústria (AYRES FILHO, 2009).

Com as informações provenientes de várias fontes, a possibilidade de compartilhar abertamente e facilmente as informações em formatos genéricos, sem as restrições do *software* torna-se crítica. Este ponto é comum entre um número de atividades baseadas no computador e tem forte precedente noutros lugares. Na verdade, o *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (I-E triplo) gastou uma quantidade considerável de esforço ao aprofundar este tema e oferece esta definição de interoperabilidade: "A capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informações e usar as informações que foram trocadas." Um modelo que incorpora todos esses recursos caminha para a verdadeira definição do BIM e a sua desejada capacidade de fornecer resultados (AZEVEDO, 2009).

As atuais tecnologias de informação permitem a manipulação de um volume grande de dados por diversas pessoas simultaneamente, representando uma valiosa ajuda aos profissionais de AEC (Arquitetura, Engenharia Civil e Construção). Para servir de base a essa manipulação é imprescindível que os dados estejam organizados em um conjunto harmônico, consistente e compartilhável (FERREIRA, 2009).

O conceito da interoperacionalidade faz parte integrante do conceito BIM, procurando mudar a visão tradicional do fluxo de trabalho de "1 x n", em que cada um dos interlocutores se relaciona com "n" intervenientes, para a visão do fluxo de trabalho de "n x 1", em que cada um dos "n" interlocutores incorpora um conjunto de informação num único modelo partilhado, assim como mostrado na Figura 12. Pode assim compreender-se que o fenômeno

“nD” é já parte integrante do conceito BIM e não algo que o ultrapassa. Traduz-se como correspondendo à completa interoperacionalidade de todos os intervenientes no desenvolvimento do empreendimento, criando apenas um único acordo de formatos de entrega da informação digital ao qual, todos ficam vinculados (PISSARRA, 2009).

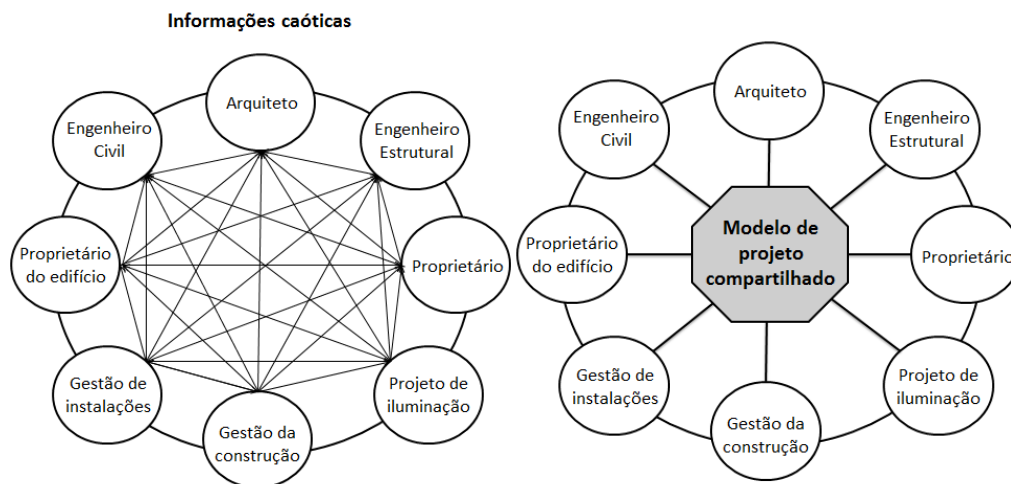


FIGURA 12: VISÃO DA INTEROPERABILIDADE
FONTE: PISSARRA (2009)

Segundo Pissarra (2009), os formatos de arquivos de trocas de domínio público envolvem um padrão aberto de modelo de construção. Estes carregam propriedades de objetos, materiais, relações entre objetos, além das propriedades geométricas. São interfaces essenciais para o uso de aplicativos de análise e gestão da construção (exemplos: IFC, CIS/2).

Padrões abertos irão assegurar que dados de projeto podem ser usados para muitas aplicações, incluindo modelagem de energia, análise de sustentabilidade, controle de custos e agendar o gerenciamento. O principal objetivo de suporte a padrões abertos é de manter um conjunto de dados para vários usos sem reentrada de dados existentes em novos aplicativos. Desta forma, afirma Pissarra (2010), esta definição também tem servido de referência para as empresas de desenvolvimento de *software* da geração BIM para criarem tecnologias de interoperacionalidade entre os vários aplicativos da sua família.

A Aliança Internacional de Interoperabilidade (IAI) criou uma plataforma uniforme, o formato de arquivo *Industry Foundation Classes* (IFC). Isto significa que para um modelo ser compatível com os modelos criados por outras

ferramentas de *software*, é necessário que todos eles possam ser traduzidos em um formato de arquivo uniforme, de modo que todas as informações do objeto possam ser transferidas corretamente. Na maioria dos casos é um desafio reter todas as informações contidas no seu formato nativo de arquivo original (KYMMEL, 2008).

O suporte do IFC encontra-se diretamente relacionado à padronização de informações sobre processos e produtos. Uma vez que as informações sobre processos e produtos sejam padronizadas, segundo um nível previsto pelo modelo IFC e desejado pelo projeto, e haja uma interface do usuário com o modelo, se poderá dar um efetivo suporte ao ciclo de vida da edificação o que refletirá em uma imediata melhoria da qualidade e redução de custos em cada um dos momentos deste ciclo. A padronização ajuda a que qualquer agente interveniente no ciclo de vida da edificação possa rapidamente inteirar-se das suas especificações e elaborar a sua contribuição de maneira uniforme e facilmente comparável a outras propostas (FERREIRA, 2009).

O desenvolvimento das IFC aborda a massiva quantidade de dados que podem ser inseridas em um modelo de edifício em quatro eixos de informação: ciclo de vida, disciplina, nível de detalhe e aplicações (*softwares*) (SCHEER e AYRES FILHO, 2009). Cada processo começa com um modelo tridimensional baseado em objeto da proposta de projeto de construção codificadas no formato IFC (DROGEMULLER e TUCKER, 2003). O formato IFC através de padrão aberto define o conteúdo e a estrutura para intercâmbio BIM entre aplicações de *software* e os participantes num projeto de construção. Este esquema baseia-se, em parte, na norma ISO 10303 (KAM, 2007).

Como um formato aberto, o IFC não pertence a um único fornecedor de *software*, é neutro e independente dos planos de um fornecedor específico para o desenvolvimento de *software* (IAI, 2010).

Xie, Shi e Issa (2011) apresentam as características IFC e segundo os autores, a capacidade de usar fontes de dados aberto e de gerenciamento de dados em BIM é limitado:

- Um objeto modelo de dados orientado desenvolvido pela Aliança Internacional pela Interoperabilidade (IAI);
- Descrever as relações e as propriedades de construção de objetos específicos;

- O formato IFC é não proprietário e está disponível globalmente para qualquer definição de objetos AEC (arquitetos, engenheiros e construtores);
- O formato IFC descreve o comportamento de relacionamento, e a identidade de um objeto componente dentro de um modelo;

Enquanto a norma IFC descreve os objetos, a forma como eles estão conectados e a forma como a informação deve ser trocada e armazenada, a norma *International Framework for Dictionaries* (IFD) descreve unicamente o que são os objetos, quais as suas componentes, propriedades, unidades e valores que possuem. O IFD disponibiliza o dicionário, a definição de conceitos, que permite a comunicação necessária dentro do BIM. O conceito de IFD baseia-se na norma internacional ISO 12006-3:2007. Assim, o IFD descreve a semântica que permite aos *softwares* realizarem a referida interpretação (PISSARRA, 2010). Este mesmo autor apresenta de forma simplificada a interoperabilidade resumida pela *buildingSMART* apresentado na Figura 13:

$$\text{BIM} = \text{IFC} + \text{IFD} + \text{IDM}$$

FIGURA 13: RESUMO *BUILDINGSMART* DA INTEROPERABILIDADE.
FONTE: PISSARRA (2010).

Information Delivery Manual (IDM) pretende facilitar a relação entre os *softwares* e o desenvolvimento do empreendimento através da definição dos seus processos de criação (*workflows*), detalhando as especificações de como a informação deve ser integrada no modelo, identificando os respectivos intervenientes responsáveis por essa ação, em cada momento da sua fase de desenvolvimento. O IDM pretende ainda identificar a criação de um conjunto de funções associadas ao modelo que poderão ser utilizadas durante o desenvolvimento ou, posteriormente, pelos utilizadores do empreendimento. A metodologia IDM, foi recentemente publicada como a norma internacional ISO 29481-1:2010 (IAI, 2010 citado por PISSARRA, 2010).

2.4.2.3. Modelagem – consistência da informação

No nível da modelagem são abordadas questões relacionadas à criação dos modelos, e conseqüentemente as funcionalidades e interfaces das aplicações CAD que realizam a modelagem de produto, também chamados BIM CAD (IBRAHIM et al., 2004 citado por AYRES FILHO, 2009).

Modelagem é o processo de inserção dos diferentes objetos que representam elementos construtivos em um modelo do edifício. Um modelo específico é sempre uma instância de um modelo de dados interno da aplicação utilizada e, posteriormente, pode ser convertido para o formato definido pelo modelo neutro criado na metamodelagem, num processo de mapeamento de dados (SCHEER e AYRES FILHO, 2009).

Propriedades e elementos que representam a realidade do projeto permitem que todas as partes envolvidas alimentem o modelo para, finalmente, ter um projeto virtual preciso. É possível simular a construção do edifício, num certo nível de detalhamento, reduzindo o risco e a criação de melhores perspectivas para a gestão da construção (RUIZ, 2009). Um modelo de construção pode ser descrita pelo seu conteúdo (objetos) ou suas capacidades (tipos de requisitos de informação que pode suportar) (EASTMAN et al., 2008). O objetivo não é simplesmente ter um BIM, mas o entendimento do projeto gerado através da criação do BIM, e os benefícios da informação que estão disponíveis através do modelo (KYMMEEL, 2008).

A implementação da modelagem de produto de maneira efetiva requer o estudo das aplicações computacionais que serão utilizadas e também do contexto no qual elas serão introduzidas. Esse contexto é formado pela organização operacional das empresas e pelo fluxo de informações que ocorre entre as diferentes etapas do desenvolvimento de um produto, e determina os requisitos a serem atendidos pelas ferramentas de informação utilizadas. A organização operacional define os envolvidos nas atividades e as suas responsabilidades na geração e no controle da informação. É essencial que a ferramenta de informação empregada registre esses dados para que as responsabilidades possam ser constantemente rastreadas. O fluxo de informações é um resultado direto da organização das operações de produção: para cada atividade do desenvolvimento de produtos deve ser identificado o

conjunto completo de informações relacionadas semanticamente, que serão necessárias para as atividades subsequentes (GRABOWSKI e ANDERL, 1983 citado por AYRES FILHO, 2009).

Ao contrário dos desenhos 2D e 3D baseados em entidades (e não em elementos construtivos), que contribuem para a falta de compreensão do sistema construtivo, o processo BIM melhora sensivelmente a visualização espacial do que está sendo concebido. Assim, os desenhos abstratos, sem quaisquer vínculos com a realidade da construção, são substituídos por desenhos precisos e detalhados (FLORIO, 2007).

Uma característica fundamental da BIM é o seu desenvolvimento através do *feedback* da informação. A evolução do modelo e as informações relevantes do projeto são interativas, assim, a informação disponível aumenta gradualmente no desenvolvimento do escopo. Um projeto coordenado e inteligente vai crescer com a informação da construção que é continuamente reciclado através do BIM em um nível mais detalhado e coordenado (KYMMEEL, 2008).

A proposta BIM é que o edifício seja construído virtualmente no computador, antes da construção real no canteiro, processo que reuniria os envolvidos em um arranjo virtual de projeto cooperativo, garantindo que o conhecimento agregado por cada profissional fosse integrado em uma única fonte de dados, o modelo do edifício (EASTMAN, 2004 citado por SCHEER e AYRES FILHO, 2009).

Após a construção, o modelo BIM torna-se uma representação digital do empreendimento atual, que pode ser usado por toda a vida de um edifício para facilitar a partilha de coordenadas, dados consistentes entre projeto e construção, bem como manter a eficiência energética e serviços de manutenção.

Essa operação poderia agregar automaticamente ao projeto não só a forma e a representação dos elementos construtivos, como também o custo, prazo de entrega, desempenho, instruções para montagem ou construção, e também para operação, manutenção e disposição dos materiais. Essa informação poderia ser extraída posteriormente, por aplicações de análise ou planejamento da construção, por exemplo. Embora algumas bibliotecas de objetos já sejam disponíveis – principalmente para peças de mobília – a

informação contida ainda é limitada, e comumente disponibilizada em formatos proprietários, que não podem ser utilizados em todos os BIM CADs (AYRES FILHO, 2009).

Deste modo, compreende-se a importância da existência de uma normalização que defina os parâmetros a categorizar nos objetos, nomeadamente, o que são quais as suas componentes, propriedades, unidades, valores que possuem como se propõe realizar o *International Framework for Dictionaries* (IFD) seguindo a norma ISO 12006-3:2007 (PISSARRA, 2010).

O CAD orientado a objeto, por carregar dados ricos do edifício na estrutura do objeto, pode ser entendido como BIM. No entanto, sua eficiência também depende da disciplina e confiabilidade do operador, não havendo garantia de informações de qualidade, ou que sejam confiáveis integradas e totalmente coordenadas para obter os benefícios do BIM (ITO, 2007).

2.4.2.4. Micromodelagem – Objetos

No nível mais baixo, o dos objetos é abordado às questões sobre a funcionalidade das partes que compõem o modelo, como inteligência contextual, comportamento, atributos necessários para a descrição de elementos construtivos, entre outros (AYRES FILHO, 2009).

O conceito de objetos paramétricos é fundamental para compreender BIM e sua diferenciação dos objetos 2D. Os objetos contem dados consistentes e não redundantes de tal forma que toda a visão de um modelo é representada de forma coordenada. Como função os objetos têm a capacidade de ligar ou receber, transmitir ou exportar um conjunto de atributos, materiais estruturais, dados acústicos, dados de energia, para outras aplicações e modelos (EASTMAN et al., 2008).

A Figura 14 apresenta o ciclo de vida do objeto virtual, podendo identificar-se as matérias com que cada componente se relaciona com o ciclo de vida do empreendimento, nomeadamente, a análise e desenvolvimento das soluções do empreendimento, potenciação das ferramentas BIM, Gestão da Utilização do Empreendimento e Garantia de Qualidade e Ambiente. A

utilização de objetos inteligentes apresenta um conjunto de vantagens significativas associadas não só ao modelo 3D, mas também, enquadrando o ciclo de vida do objeto com o ciclo de vida do empreendimento (PISSARRA, 2010).



FIGURA 14: CICLO DE VIDA DOS OBJETOS INTELIGENTES.
FONTE: CAT-E, 2010 CITADO POR PISSARRA, 2010.

Os sólidos paramétricos são intimamente relacionados à tecnologia de orientação a objetos de onde surge a denominação: objeto paramétrico. Um objeto paramétrico pode ser entendido como uma unidade de informação (ou classe) que encapsula os dados (os parâmetros) e métodos para processá-los (os scripts), resultando em uma instância do objeto (YANG et al., 2008 citado por AYRES FILHO, 2009).

As informações contidas no modelo não são uma série de linhas e formas como em muitos CAD, mas sim uma coleção tridimensional de "objetos" que são inseridos ou virtualmente "construídos" no modelo. Os objetos são frequentemente selecionados ou criados em *softwares* BIM genéricos ou personalizados por profissionais de desenho. Objetos paramétricos são aqueles que se ajustam automaticamente a outros objetos num modelo, tal que, se uma alteração é feita para o modelo que afeta o tamanho ou a localização ou o afastamento do objeto, ele move-se e ajusta-se de acordo (AZEVEDO, 2009).

Os objetos paramétricos são dirigidos por relações expressas numericamente ou logicamente, incorporados no modelo diretamente pelo *software* ou criados explicitamente pelo usuário. Os diversos *softwares* usam diferentes nomes para os objetos, tais como blocos, células e componentes (MOREIRA, 2008).

Diferentes coleções de objetos podem ser desenvolvidas para agilizar o processo de projeto ou representar mais fielmente os elementos construtivos utilizados. Escritórios podem desenvolver padrões ou módulos contendo informações utilizadas regularmente e fabricantes podem oferecer objetos representando seus produtos, do mesmo modo que é feito com blocos no AutoCAD, porém contendo mais informações do que simples representações bidimensionais (EASTMAN, 1976 citado por SCHEER e AYRES FILHO, 2009).

A organização dos objetos em famílias também é um elemento chave dos projetos na modelagem sólida paramétrica. Com elas podem-se criar objetos separados por categorias e usá-los quando se precisar. As famílias possuem diversas informações de cada objeto inteligente, podendo ser parametrizadas para melhorar a flexibilidade de tamanhos e quantidades. Cada família assume dados específicos que vão da cor, tamanho, espessura, altura, material, etc., até a distância entre níveis, custo, fabricante, modelo, etc. (MOREIRA, 2008).

Neste sentido, identifica-se a potencialidade de desenvolver um sistema de pesquisas automatizadas de tipos objetos que possuam determinadas propriedades especificadas ou por parâmetros máximos ou mínimos. Todo o tipo de parâmetros técnicos definidos pode ser utilizado para filtrar o conjunto de soluções disponibilizadas pelos fabricantes, nomeadamente, por: funcionalidade, comportamento ao fogo, comportamento acústico, compatibilidade com outros materiais, comportamento térmico, resíduos produzidos, resultados de ensaios normalizados respectivos, reação a agentes de degradação, durabilidade, entre outros (PISSARRA, 2010).

Para além da representação física de um objeto, os dados funcionais (por exemplo, especificações, garantias, fabricação, etc.) associados a esse objeto são incorporados ou vinculados ao objeto BIM e facilmente acessíveis e legíveis (AZEVEDO, 2009).

Catálogos disponibilizam essencialmente a informação relativamente aos objetos, associada a um conjunto de informação em ficheiros de formato DOC, PDF ou outro, respectivamente às especificações dos produtos. Os catálogos eletrônicos de objetos potenciam segundo Pissarra (2010) a resolução de várias das suas necessidades, nomeadamente:

- Facilidade na comparação da informação relativa às características dos produtos com as especificações respectivamente definidas do Projeto de Execução e no Caderno de Encargos;
- Facilidade na identificação em soluções alternativas às definidas que possam traduzir-se em vantagens para o empreiteiro geral, para o dono da obra e para os que utilizam;

2.4.3. Ferramentas de Orçamento de Obras

Os problemas abordados por Marchiori (2009) pela ausência de classificação dos serviços da construção civil estão em desenvolvimento e já têm aprovado a NBR-ISO 12.006-2:2010; a estrutura do escopo da Norma Técnica do Sistema de Classificação abordado por Silva e Amorim (2011). Os autores esperam que após a implantação das normas técnicas regulando a tecnologia BIM, seja possível integrar as terminologias e codificações das classes de objetos e os descritivos de especificações do SINAPI com essas normas, envolvendo cerca de 7200 componentes da construção, de forma a facilitar e agilizar assim a análise de projetos habitacionais pela Caixa Econômica Federal e os demais agentes de financiamento imobiliário.

2.4.3.1. CAD/BIM 5D

Para muitos orçamentistas, a capacidade de extrair dados, quantitativos e associar o levantamento usando planilhas MS Excel geralmente é suficiente. O orçamentista é capaz de usar regras para calcular as quantidades desses itens com base nas propriedades do componente ou digitar manualmente os dados não extraídos do modelo. Como resultado, todas as informações necessárias para desenvolver uma estimativa completa de custos e lista

detalhada de atividades básicas podem ser utilizadas para o planejamento da construção. Se esta informação está relacionada com os componentes do BIM, ele pode ser usado para gerar um modelo 4D (EASTMAN et al., 2008).

A principal vantagem da modelação 5D (modelação + tempo + custos) para os construtores é o aumento da precisão durante a construção, com menos desperdício de tempo, de materiais e de redução de alterações durante a execução das obras. Podem-se controlar tanto as atividades críticas que se sobrepõem durante a execução, compreender através de imagem virtual o projeto final, existindo uma maior conciliação das especialidades (AZEVEDO, 2009).

Todas as ferramentas BIM fornecem recursos para extração de quantitativos de componentes, quantidades de material, área e volume dos espaços. Esses recursos também incluem ferramentas para exportação de dados quantitativos em uma planilha ou uma base de dados externa (EASTMAN et al., 2008).

Alguns componentes, tal como a porta, só precisam ser contados. Isso requer uma simples consulta ao banco de dados. Outros componentes precisam ser identificados, tem comprimento, área, volume ou massa determinada e, depois, agregar os dados. Componentes discretos sólidos, tais como rodapés, acabamentos de pisos e paredes de concreto todos cabem neste grupo. Obviamente, o conhecimento dos produtos do fabricante é necessário. Isto significa que a geração de descrições de item tem que ser um processo em quatro fases - identificar os componentes relevantes, extrair a quantidade necessária, gerar a descrição do item e, em seguida, contar o número de ocorrências (DROGEMULLER e TUCKER, 2003).

Os projetistas e orçamentistas devem coordenar métodos para padronizar os componentes de construção e os atributos associados com os componentes para o levantamento de quantitativos. As estimativas de custos obtidas a partir do modelo de construção serão mais precisas a partir do rigor e nível de detalhe já modelado (EASTMAN et al., 2008).

Kuo e Eastman (2009), explicam que convencionalmente, a estimativa de custos completa não está disponível até que a equipe de projeto tenha informações do projeto mais detalhada. Dessa forma, quando as definições de

componentes não são adequadamente definidas, podem ocorrer erros ao extrair os quantitativos.

2.4.4. Ferramentas de Planejamento de Obras

O processo de planejamento deve ser estruturado para atender à hierarquia das decisões estratégicas e táticas, operando com a manipulação de dados e geração de informações, permitindo avaliar o impacto de estratégias de produção no resultado do empreendimento e na empresa como um todo (MORAES e SERRA, 2009).

O cronograma físico de serviços é a base do sistema de planejamento, pois representa o programa de produção e a estratégia a ser seguida, e mostra as sequências e interdependências entre serviços, com as datas e prazos de execução. É também a base para a distribuição de custos e insumos no tempo. É um cronograma dirigido à hierarquia da produção, para subsidiar decisões sobre estratégias de obra (MORAES e SERRA, 2009).

Para atender às metas estabelecidas no cronograma estratégico determinado pela gerência, as simulações no planejamento podem modificar, por exemplo, sequências e precedências de execução, observando-se as consequências que cada alternativa causa na mudança das datas de início e término das principais etapas da obra, assim como na data de término da obra. As simulações com variações de sequência e de ritmo dos serviços geram alternativas que permitem a escolha da estratégia mais adequada para cada situação. Finalizado o cronograma físico e empregando-se planilhas eletrônicas, são desenvolvidos os cálculos dos índices físicos da obra relativamente à programação inicial, que servem como indicadores de desempenho durante as medições que devem ocorrer durante a evolução da obra. Assim, o indicador de desempenho é entendido aqui como um indicador que representa a eficiência de processos, com o intuito de expor necessidade de melhoria (MORAES e SERRA, 2009).

Embora as sequências das atividades possam ser representadas logicamente por redes CPM e gráficos de barras, a ausência de visualização

torna a comunicação colaborativa entre os envolvidos difícil (KOO e FISCHER, 1998).

A coleta de dados e medição ainda realiza levantamentos utilizando técnicas tradicionais de construção e inspeções visuais. As informações exatas *real-time* do progresso de obras são essenciais para um controle na construção. Zhang et al. (2009), explora a automação nas medições de obras utilizando o sistema BIM como suporte. O controle do canteiro de obras está relacionado diretamente às questões de planejamento, segundo eles, a atualização da medição de trabalhos em curso sobre a construção civil é fundamental para os gestores de projetos para fazer o controle dos custos.

Simulações de Realidade Virtual (RV) modelada a partir de um BIM na construção não devem apenas concentrar-se na fase pré-construção, mas também registrar as mudanças ocorridas em canteiro e atualizar o sistema em tempo real. Os detalhes do modelo BIM são a base para a análise de otimização. A simulação da RV é feita através da utilização da Identificação por rádio frequência (RFID) e sua base de dados relacionados. Um supervisor de projeto pode usar a tecnologia RFID para verificar o andamento do projeto e organizar atividades diárias para seguir o cronograma, o modelo também contém informações sobre planejamento e programação, análise de custos e elaboração de relatórios. A equipe do canteiro pode usar o sistema para explorar diferentes sequências de construção, reorganizar temporariamente locais de instalações ou equipamentos, coordenar operações, identificar as questões de segurança e melhorar a construtibilidade (XIE, SHI e ISSA, 2010).

A Construção Virtual permite coordenar as alternativas de desenho e planejamento, servindo para sincronizar e analisar as mudanças entre o desenho, custo e cronograma (AZEVEDO, 2009). Os modelos geométricos tridimensionais (3D) quando ligados ao planejamento da construção, transmitem de um modo bastante claro o processo construtivo, constituindo um apoio importante na concepção e execução do projeto (SANTOS, 2010).

2.4.1.2. CAD/BIM 4D

Indiscutivelmente, o uso de BIM para apoiar a gestão da construção pode reduzir o desperdício de materiais no canteiro de obras. Uma melhor gestão de materiais e programação de obras através da eliminação de erros no levantamento de quantitativos e cronogramas de obras mais precisos obtidos com 4D CAD/BIM, este processo obtido com suporte (CLAYTON et al., 2008).

O conceito de modelação 4D (modelação + tempo) entrou em discussão no final da década de 1990, nos Estados Unidos da América, Finlândia e Brasil. Com a introdução dos fatores tempo e custo no projeto BIM, os construtores puderam gerir e simular as etapas da construção, assim como analisar melhor a possibilidade de construção antes da execução (AZEVEDO, 2009).

Planejamento 4D pode ser definido como o processo de planejamento de um empreendimento e visualização do mesmo a nível espacial conforme o planejado, ou seja, consiste em visualizar o andamento da obra em terceira dimensão (3D) ao longo do tempo, sendo este último (o tempo) a quarta dimensão (SILVEIRA et al., 2006).

Para Silveira (2005), o planejamento 4D consiste basicamente em visualizar o andamento de uma obra num programa de visualização gráfica segundo um cronograma. Para tanto, é necessário fazer todo o planejamento e em seguida mostrar somente as atividades concluídas e as em andamento.

O modelo 4D permite a interação e comunicação entre os vários participantes do projeto através de um único meio durante o desenvolvimento do modelo e pode ser utilizado para realizar análises adicionais relacionadas ao planejamento (KOO e FISHER, 1998).

A aplicação do BIM no projeto colaborativo pode contribuir tanto para aprimorar o processo de obtenção das quantificações dos elementos desenhados a partir do modelo digital 4D, como para o levantamento de custos e prazos para a execução. Os programas BIM podem contribuir enormemente para a integração das informações provenientes dos diversos projetos em um único modelo digital 4D, constituído por um banco de dados de todos os elementos construtivos e suas relações espaciais (FLORIO, 2007).

O entendimento e programação da sequência de atividades que serão realizadas no canteiro de obras são fundamentais para antecipar decisões e

soluções que contribuam para diminuir desperdícios de tempo, de materiais e de recursos financeiros. Os modelos 4D constituem uma contribuição positiva no apoio a decisões sobre o estabelecimento de estratégias de planejamento (SANTOS, 2010). A devida compreensão do planejamento apoiado no CAD 4D/BIM proporciona simulações de atividades críticas antes da execução.

A aplicabilidade do modelo 4D pode ser estendida como uma ferramenta de integração e ferramenta de análise. Projetistas e construtores podem usar o modelo 4D para formalizar as informações de projeto e construção. Usando modelos 4D, os usuários podem também realizar análises adicionais sobre a produtividade, custos e questões de segurança ou alocação de recursos na obra. Tanto o cronograma CPM e o modelo 4D refletem as informações conceituais de planejamento sequenciado. No entanto, o modelo 4D permite ainda avaliação e análise desta sequência, através da integração temporal e dos aspectos espaciais da informação de planejamento, que permite aos usuários desenvolver uma abordagem mais realista e cronograma de construção viável. Durante a análise do modelo 4D, os usuários devem ser capazes de criar e visualizar cenários alternativos de sequência de construção e também permitir que cada participante do projeto possa ver o modelo em vários níveis de detalhes (KOO e FISCHER, 1998).

2.5. PROBLEMAS ORGANIZACIONAIS

A tecnologia sozinha não é capaz de tornar as organizações mais competitivas, eficientes ou orientadas para a qualidade. Para aproveitar todo o poder da tecnologia da informação, a organização em si precisa ser mudada (LAUDON e LAUDON, 2008).

A abordagem para a construção do (PDP) na construção civil tem sido apontada como inadequada por não atender a demandas de prazo, qualidade e satisfação dos clientes. Esta abordagem induz a pouca integração entre projeto e produção e em resposta a estas mudanças tem-se bons resultados com a Engenharia Simultânea (CODINHOTO, 2003; TRESCASTRO, 2005). Os projetos complexos exigem um processo colaborativo envolvendo muitos profissionais. Há uma crescente pressão e exigência por parte dos contratantes

para que as equipes de projetistas sejam capazes de coparticipar de todo o processo de projeto, com prazos menores e com maior qualidade (FLORIO, 2007).

A prática da utilização da tecnologia BIM envolve membros da equipe em que confiam à qualidade, tecnologia, processos compartilhados e habilidade dos outros membros. Encontrou-se o sucesso nos fatores organizacionais em adotar tecnologias novas BIM para a coordenação e colaboração de projetos. Inovações tecnológicas implicam em adaptações que envolvem riscos pela dificuldade em executar a tecnologia, pelos riscos financeiros de investimento e pela atitude dos trabalhadores que não participam necessariamente iguais no processo (colaborações mútuas e separadas). Representações do edifício tridimensional e base de dados associados ao contrário de plantas e especificações bidimensionais. Dentro da aplicação da tecnologia BIM à colaboração da coordenação de projeto, as barreiras comuns a ambos os projetos podem ser colocado em quatro categorias de confiança: liderança, tecnologia da informação, processos do trabalho, e as habilidades de projetistas (DOSSICK, NEFF e JUAN, 2008).

Erros identificados virtualmente não têm consequências graves - desde que identificadas e tratadas cedo o suficiente para que eles possam ser evitados no canteiro de obras. Quando um projeto é planejado e construído, a maioria de seus aspectos relevantes para a construção pode ser considerada e comunicados antes de estarem concluídas. Afinal, se há uma oportunidade de fazer o certo, faz muito sentido se preparar bem para essa ocasião e assim reduzir os riscos inerentes e melhorar as chances de sucesso e eficiência (KYMMEEL, 2008). As empresas enfrentam muitos desafios e problemas, e os sistemas de informação juntamente com as tecnologias de informação, através de um processo contínuo de quatro passos sugerido por Laudon e Laudon (2008), Figura 15, podem solucionar problemas.

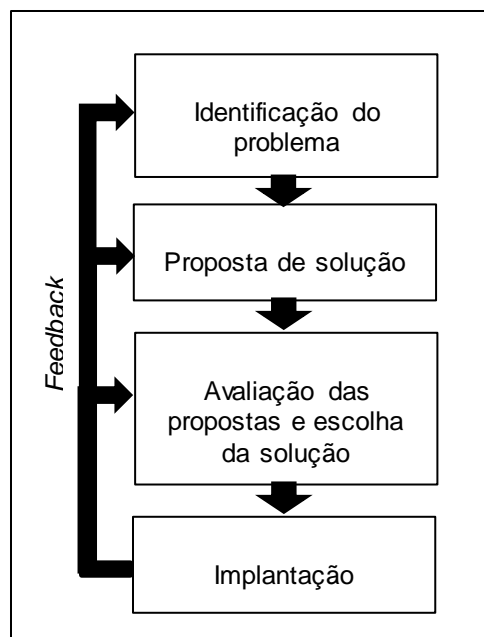


FIGURA 15: SOLUÇÕES DE PROBLEMAS ORGANIZACIONAIS COM OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.

FONTE: LAUDON E LAUDON (2008).

O primeiro passo é descobrir qual é o tipo de problema, quais são as suas causas e o que pode ser feito por ele. Os problemas organizacionais típicos incluem processos deficientes, cultura pouco colaborativa, conflitos internos e mudanças no entorno da organização. Entre os problemas tecnológicos mais comuns, estão hardware antigo ou insuficiente, *software* ultrapassado, administração de dados inadequada, capacidade de telecomunicações ineficientes e incompatibilidade dos velhos sistemas com a nova tecnologia. Já entre os problemas humanos típicos estão treinamento de funcionários, dificuldade para avaliar o desempenho, exigências regulatórias e legais, ergonomia, administração indecisa e ineficiente, participação dos funcionários e apoio a eles. Essas dimensões, Figura 16, são guias úteis para entender qual o tipo de problema (LAUDON e LAUDON, 2008).

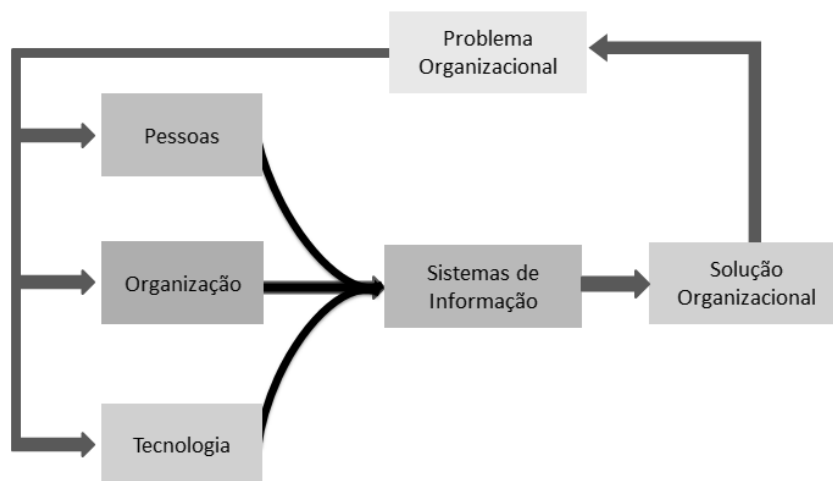


FIGURA 16: SISTEMAS DE INFORMAÇÃO COMO SOLUÇÃO PARA DESAFIOS ORGANIZACIONAIS.
 FONTE: LAUDON E LAUDON (2008).

O segundo passo é propor soluções ao(s) problema(s) identificado(s). Alguns dos fatores a considerar a “melhor” solução são: o custo dessa solução, sua exequibilidade dados os recursos e conhecimento existente, e o tempo necessário para desenvolvê-los e implantá-la. Praticamente todos os sistemas de informação exigem mudanças nos processos organizacionais. A implantação inclui também a mensuração de resultados, depois de implantadas cada solução deve ser avaliada (LAUDON e LAUDON, 2008).

2.6. RESUMO

Neste capítulo foram discutidas as características organizacionais do ciclo de vida do empreendimento, a essência da gestão de custos na construção civil e o seu relacionamento com o projeto e a visão operacional no processo de desenvolvimento de produtos na construção civil. Discutiram-se como os custos ocorrem ao longo do processo de projeto, a qualidade e valor das informações, a alta complexidade e dinamicidade de orçar, a interdependência dos processos que estabelecem fluxos de informações entre os vários setores e participantes, sendo indispensável à utilização de canais de informação.

METODOLOGIA

3.1. ESTRATÉGIA DA PESQUISA

O problema da pesquisa apresentado no capítulo 1 sugere o desenvolvimento da pesquisa inserida na realidade, uma vez que requer o envolvimento de organizações. A opção adotada foi à realização de uma investigação empírica dos fenômenos e o seu contexto através da aplicação de entrevista semiestruturada. Os critérios para a identificação e seleção dos casos, bem como a generalização propostas, variam de acordo com a prática representativa de construtoras e/ou incorporadoras, prestadoras de serviço e até mesmo o setor público atuantes no mercado da construção civil que serão descritas nas próximas etapas.

As entrevistas mais comumente utilizadas nas pesquisas qualitativas são as semiestruturadas e as não estruturadas. A opção por uma delas está relacionada com o nível de diretividade que o pesquisador pretende seguir, variando desde a entrevista na qual o entrevistador introduz o tema da pesquisa e deixa o entrevistado livre para discorrer sobre o mesmo, fazendo apenas interferências pontuais (por exemplo: história oral), até a entrevista um pouco mais estruturada, que segue um roteiro de tópicos ou perguntas gerais (BARTHOLOMEW et al., 2000 citado por FRASER e GONDIM, 2004).

A utilização da entrevista é a de favorecer a relação intersubjetiva do entrevistador com o entrevistado, e, por meio das trocas verbais e não verbais que se estabelecem neste contexto de interação, permitir uma melhor compreensão dos significados, dos valores e das opiniões dos atores sociais a respeito de situações e vivências pessoais (FRASER e GONDIM, 2004).

Os resultados diferentes na escolha de estudos de casos múltiplos foram em razão da particularidade e complexidade que cada caso apresenta no sistema de gestão de custos relacionado ao processo de projeto e consequentemente ao planejamento de obras para a produção.

Buscou-se tanto o que é comum quanto o que é particular para gerar proposições teóricas que seriam aplicáveis a outros contextos em umas propostas de melhorias em todos os casos, revelando e aprofundando a compreensão de um fenômeno pouco investigado no Brasil.

No cenário nacional, teve-se acesso a duas pesquisas que englobam o processo de projeto aliados a gestão de custos com a utilização da modelagem BIM. O autor Ferreira (2009), em sua pesquisa definiu as bases de um sistema que, se implementado, será capaz de interpretar automaticamente arquivos de projetos padronizados, no formato IFC (ISO/PAS 16739), e de levantar os quantitativos e associá-los a custos previamente alimentados no sistema através da Internet pelos fornecedores. Silva e Amorim (2011) apresentam as classificações de materiais e serviços das composições de custo, a pesquisa é uma descrição de como o órgão normativo nacional e as entidades que integram a indústria AEC brasileira propõe esse novo sistema de classificação, estabelecendo uma linguagem única para padronizar os instrumentos de produção e gerenciamento de projetos.

Andrade e Ruschel (2009) pesquisaram o cenário de assuntos relacionados ao BIM e catalogaram as pesquisas subdividindo-as em quatro grupos: O primeiro apresenta os conceitos básicos ligados ao BIM, os benefícios e os desafios do seu uso na construção civil. O segundo discute e analisa o uso do BIM no processo de projeto de arquitetura. O terceiro foca a colaboração e a interoperabilidade de aplicativos BIM. Por fim, o quarto grupo investiga a criação de estratégias para a customização de aplicativos BIM usados em projetos de arquitetura. Após esta pesquisa dos autores, os trabalhos com assuntos relacionados ao BIM no cenário nacional que se teve acesso foram: Oliveira (2011) faz um estudo da implantação da ferramenta BIM em escritórios de arquitetura. Muller (2010) aborda a modelagem de objetos e Muller (2011) a interoperabilidade.

As referencias internacionais que tiveram contribuições nesta dissertação e abordam a gestão do empreendimento são: Clayton et al. (2008) que abordam os benefícios do BIM; Azevedo (2009) que aborda CAD/BIM 4D no planejamento de obras; Ruiz (2009) que analisa as necessidades dos empreiteiros quando se utiliza BIM; Leitch e Messner (2007) que comparam as documentações do método tradicional (2D) com as documentações em BIM;

Pissarra (2010) que aborda a interdisciplinaridades para a realização de empreendimentos. As duas referências encontradas que abordam as estimativas de custo com BIM são: Matipa (2008) e Sabol (2008).

3.2. ABORDAGEM QUALITATIVA

Para Martins (2004) os métodos qualitativos exigem um grande investimento de tempo e pessoal bastante qualificado sociologicamente para essa tarefa, sobretudo considerando a ampla variedade de material a que se pode ter acesso. A imensa massa de dados obtida dificulta a organização e análise, fazendo com que a eficácia do estudo dependa, sobretudo, da capacidade do pesquisador e da definição de caminhos para o melhor aproveitamento do material coletado. De uma maneira geral, as críticas acentuam o caráter descritivo e narrativo, além de ilustrativo que a maioria dos trabalhos apresenta, especialmente quando utilizam o método da história de vida. O Quadro 9 apresenta a classificação da pesquisa desenvolvida nesta dissertação quanto a sua natureza, abordagem do problema, objetivos e procedimentos técnicos.

CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA		
Natureza	Aplicada	Aplicação prática dirigida à solução de problema específico à gestão de custos.
Abordagem do problema	Qualitativa	O ambiente natural das empresas é a fonte direta para a coleta de dados. O processo e o significado é o foco.
Objetivos	Exploratória	Visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses.
Procedimentos técnicos	Estudo de casos múltiplos	Envolve o estudo profundo e exaustivo do caso de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

QUADRO 9: CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.
FONTE: DA AUTORA.

O objetivo exploratório é o procedimento adotado para se obter maiores informações sobre determinado tema, até mesmo com a finalidade de se

chegar a problemas específicos e estabelecer hipóteses, com vistas a estudos posteriores (MARQUES et al., 2006).

Na abordagem qualitativa interessa apreender as percepções comuns e incomuns presentes na subjetividade das pessoas envolvidas na pesquisa, notadamente na condição de objeto-sujeito. Prestam-se como instrumentos de coleta de dados nessa abordagem a entrevista, questionários abertos, registros fotográficos, filmagens, técnica de discussão em grupo, observação sistemática e participante e outras que o investigador poderá criar e/ou adaptar (MARQUES et al., 2006).

De fato, as características da análise qualitativa não facilitam uma definição a priori do universo de análise, porque, em primeiro lugar, a pesquisa qualitativa é muito maleável, o objeto evolui, a amostra pode alterar-se ao longo do percurso; e por outro lado, é difícil uma amostra sem fazer referência ao processo de construção do objeto; assim, é quase impossível definir uma amostra para as análises qualitativa dada a diversidade de objetos e métodos (GUERRA, 2006).

3.3. ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS

Um primeiro aspecto abordado pela crítica à metodologia qualitativa diz respeito à questão da representatividade. Como essa metodologia trabalha sempre com unidades sociais, ela privilegia os estudos de caso, entendendo-se como caso, o indivíduo, a comunidade, o grupo, a instituição. O maior problema, neste sentido, segundo os críticos, se encontraria na escolha do caso: até que ponto ele seria representativo do conjunto de casos componentes de uma sociedade? (MARTINS, 2004)

É possível inferir que o conhecimento, ainda que resultante de processos científicos seja naturalmente provisório do ponto de vista da possibilidade de sua superação por meio de novas pesquisas e avanços tecnológicos (MARQUES et al., 2006).

O estudo de caso pode ser indicado quando o caso em pauta é crítico para testar uma hipótese ou teoria previamente explicitada, utilizados também nas etapas exploratórias em estudos pilotos para orientar estudos de casos

múltiplos. Projetos de casos múltiplos possuem vantagens e desvantagens distintas em comparação aos projetos de caso único. A utilização de casos múltiplos deve seguir uma lógica de replicação, e não de amostragem. Os casos devem funcionar de uma maneira semelhante aos experimentos múltiplos, com resultados similares ou contraditórios previstos explicitamente no princípio da investigação. Em suma, a justificativa para casos múltiplos deriva diretamente de seu entendimento de repetições literal e teórica (YIN, 2005).

3.4. PROTOCOLO DE COLETA

A Figura 17 representa de forma esquematizada a metodologia do trabalho com seus itens descritos posteriormente:

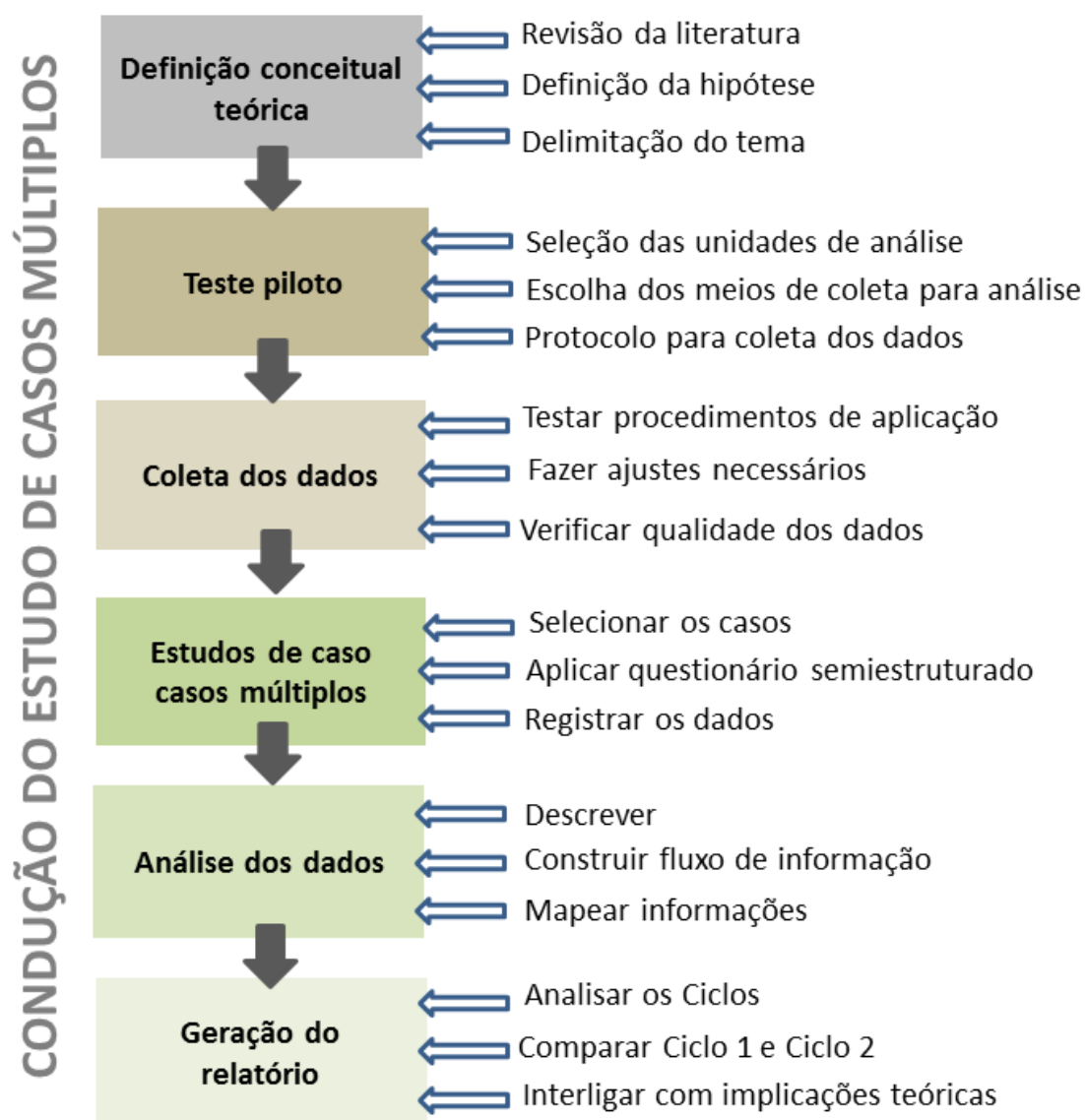


FIGURA 17: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO ESTUDO DE CASO MÚLTIPLOS.
FONTE: DA AUTORA

3.4.1. Definição conceitual teórica

A pesquisa sobre temas relacionados ao Impacto do Fluxo de Informações no Planejamento, Orçamento e Execução de um Empreendimento, o estudo de caso piloto e os problemas apresentados na gestão de custos ocasionados por falhas das informações de projeto direcionaram o andamento da dissertação.

3.4.2. Teste Piloto

O primeiro estudo de caso A - orçamento tradicional culminou em um artigo de publicação (apêndice B). Com as informações disponibilizadas, foi possível desenvolver um orçamento executivo do empreendimento. Estes dois orçamentos foram comparados de acordo com o fluxo de informações das etapas relativas ao levantamento de quantitativos em todo o ciclo de vida do empreendimento. As características identificadas foram: diferentes documentos e quantificação manual, ausência de atualização da planilha orçamentária, falta de interoperabilidade entre o banco de dados, o orçamento e o planejamento.

Concluiu-se que um processo orçamentário deve ser fortemente vinculado ao planejamento e controle da produção, em todo o ciclo de vida do empreendimento num ambiente altamente dinâmico. A diferença de formato e informação entre o orçamento tradicional e o executivo está no nível de detalhamento e lógica de execução do processo. Um diferencial do orçamento executivo é a informação mais flexível no sentido de ser modificada na medida em que ocorrem mudanças no projeto e produção. Com o orçamento tradicional preconizam-se os custos e quantidades totais dos serviços; isso resulta na necessidade de se fazer um novo levantamento de quantitativos cada vez que se tem um ajuste no projeto original. A falta de comunicação entre os setores resulta também na realização de nova quantificação de serviços. Em geral, a entrega do projeto integrado resultará em maior intensidade com maior envolvimento da equipe de orçamento nas fases iniciais do projeto. Assim, ao se tratar da estrutura de custos, ela é desenvolvida mais cedo e em maior detalhe que um projeto convencional (SANTOS et al, 2009).

Esta investigação preliminar se caracterizou como a primeira etapa para o estabelecimento de critérios de seleção dos outros casos. O procedimento utilizado para coleta de dados, estruturação, descrição das informações e análise deste estudo serviram como teste piloto e aperfeiçoamento para replicação aos demais casos. Buscaram-se casos que utilizam o BIM para a confirmação da hipótese de possíveis melhorias a gestão de custos em projetos integrados.

3.4.3. Coleta de dados

A entrevista semiestruturada partiu das questões norteadoras para a realização do estudo baseado na tese da autora Marchiori (2009) proposta para esta dissertação:

- Que informações são geradas pelos sistemas de gestão de custos utilizados?
- Quais são as principais falhas dos sistemas de gestão de custos tradicionais e operacionais?
- Que ações de melhorias aos sistemas de gestão de custos podem ser propostas?

As informações foram coletadas a partir de uma descrição geral sobre os empreendimentos em análise, por informações adicionais e documentação que puderam esclarecer algumas das questões abordadas dentro da temática. No primeiro momento, identificou-se como funciona a empresa. Em segundo, questões estratégicas da troca de informações entre o processo de projetos, o orçamento e planejamento. Em terceiro, questões relacionadas à tecnologia da informação. O Quadro 10 apresenta os objetivos do roteiro proposto de forma resumida da entrevista semiestruturada:

A EMPRESA	<ul style="list-style-type: none"> • Situação geográfica; Tipos de obra; • Estrutura organizacional;
PROCESSO DE ORÇAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a gestão de custos da empresa; • Quem faz; Como faz;
DADOS DO ORÇAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento e estratégias; • Pontos fortes;
PROCESSO DE PROJETO	<ul style="list-style-type: none"> • Quem faz; Troca de arquivos; • Retroalimentação
TICS NO PROCESSO DE PROJETO	<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo de informações entre participantes e <i>softwares</i>;

QUADRO 10: PONTOS PRINCIPAIS DO ROTEIRO.
FONTE: DA AUTORA

Para mapear o fluxo de informações entre os participantes do processo de levantamento de quantitativos, as informações a respeito do processo de projeto, da gestão de custos e da tecnologia da informação e comunicação

coletadas, além de esclarecimentos e da entrevista semiestruturada serão estruturadas de acordo com o Quadro 11.

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer os membros chaves da cadeia segundo Valentim (2002);
FLUXOS INFORMACIONAIS	<ul style="list-style-type: none"> Mapear os processos de troca de informações baseado no modelo proposto por Lesca e Almeida (1994);
VALOR DA INFORMAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> Detectar o valor da informação de acordo com as características apontadas por Davenport (1998);
QUALIDADE DA INFORMAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> Caracterizar a transmissão da informação definidos por Silva (2007);
CANAIS DE INFORMAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer as formas de disseminação da informação através das TICs;

QUADRO 11: CONDUÇÃO DA CONFECÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES.
FONTE: DA AUTORA

Pontos a serem analisados individualmente:

- Descrição da empresa analisada e a obra em estudo;
- Confecção do fluxo de informações e mapeamento das informações referentes a cada fluxo;
- Acesso ao produto orçamento a fim de conhecer as suas particularidades;
- Apresentação dos pontos positivos e negativos relativos aos ciclos;

3.4.6. Estudo de Casos Múltiplos

Esta investigação é baseada no método de estudo de casos múltiplos. Foram realizados ao todo seis estudos de casos nacionais. Dois ciclos foram estabelecidos para a análise dos dados baseados em Kern (2005), dividido em Ciclo 1 - Contextualização do Tema e Ciclo 2 - Exploração do Tema de acordo com a Figura 18:

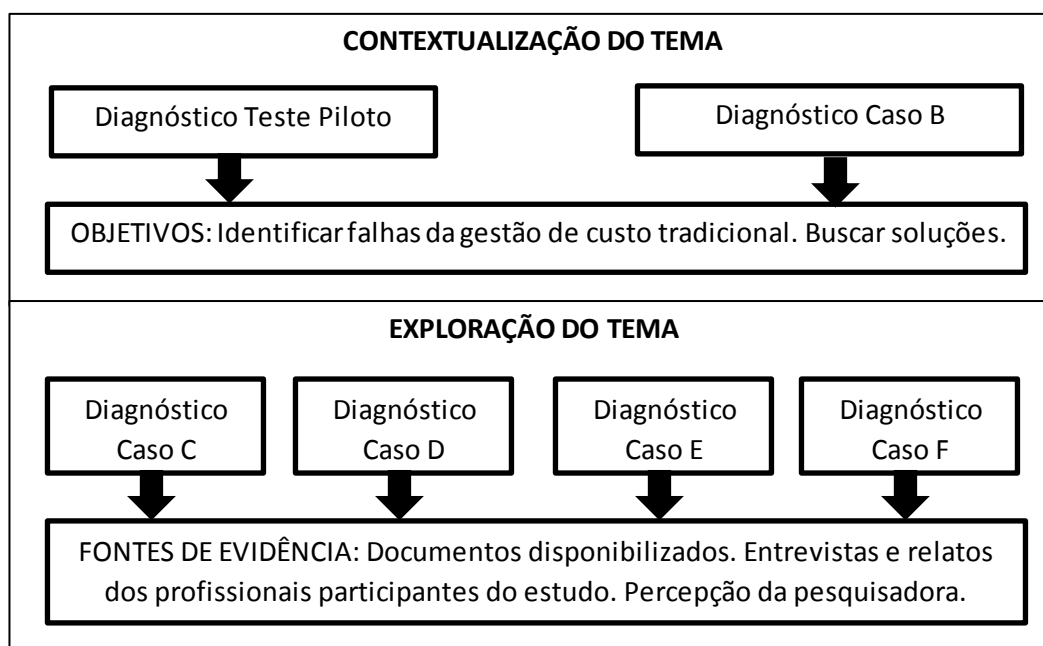


FIGURA 18: ANÁLISE DOS DADOS.
 FONTE: DA AUTORA

A Tabela 2 apresenta o universo final da aplicação da pesquisa com os casos posicionados de acordo com o ciclo de classificação, as datas de como foram estudados e as fases da estruturação do roteiro e entrevista semiestruturada:

TABELA 2: UNIVERSO DA PESQUISA.

Universo da pesquisa e grupo de estudo de casos múltiplos	Universo		Construtoras com gestão de custo tradicional		
			Cidade	Roteiro	Data
	Ciclo - 1	A	Teste Piloto	Questões Chaves	08/2009
			Curitiba - PR	Elaboração de entrevista semiestruturada (Parte 1) - Presencial	02/2010
		B	Goiânia - GO	Aplicação de entrevista semiestruturada - Presencial	03/2011
	Universo		Construtoras / Incorporadoras e Prestadoras de serviço com levantamento de quantitativos automático		
			Cidade	Roteiro	Data
	Ciclo - 2	C	São Paulo - SP	Entrevista semiestruturada (Parte 1) - Presencial	03/2010
				Elaboração de entrevista semiestruturada (Parte 2 e 3) – Presencial parcial	03/2011
		D	São Paulo - SP	Aplicação de entrevista semiestruturada – via web	02/2011
		E	São José dos Pinhais - PR	Aplicação do roteiro – Presencial	03/2011
		F	São Paulo - SP	Aplicação de entrevista semiestruturada – via web	03/2011

FONTE: DA AUTORA.

O Estudo de Caso B, orçamento operacional finaliza o Ciclo 1 – Contextualização do Tema com uma reunião presencial e aplicação completa da entrevista semiestruturada.

O Ciclo 2 – Exploração do Tema aborda quatro estudos de caso múltiplos com modelagem BIM. A busca por empresas que adotam a estratégia de quantificação automática foi feita por levantamento em mídia impressa e eletrônica.

O primeiro caso de quantificação automática que adota a modelagem BIM como processo de planejamento e projeto representa o Estudo de caso C. O primeiro contato estabelecido foi via telefone e em seguida duas reuniões foram agendadas. A primeira com o departamento de projetos com aplicação

parcial do questionário referente ao processo de projeto e tecnologia da informação e comunicação, a segunda reunião foi com o consultor BIM, com a aplicação do questionário referente ao processo de implantação nos demais departamentos (orçamento e planejamento), além de informações divulgadas em mídia impressa e eletrônica e de trocas de informações por e-mail.

O quarto caso, Estudo de caso D, tem a modelagem BIM em fase de implantação, o primeiro contato foi por telefone para o agendamento de uma reunião com dois gerentes de engenharia. O questionário foi respondido integralmente por e-mail além de informações divulgadas em mídia impressa e eletrônica e trocas de informações por e-mail

O quinto caso, Estudo de caso E, de modelagem BIM foi indicado pelo orientador. A condução do estudo baseou-se no roteiro aplicado em uma única reunião presencial, além da utilização de dados de uma apresentação divulgada em mídia eletrônica. O questionário não foi aplicado por ser uma situação não frequente, apenas um teste de quantificação automática.

O envio de arquivos, esclarecimentos do processo de quantificação automática, esclarecimento de dúvidas e a aplicação do questionário do sexto caso, Estudo de caso F foi realizado totalmente por e-mail.

3.4.5. Análise dos dados

O teste piloto Caso A, será descrito seguindo a Figura 17: Condução da metodologia de estudo de caso múltiplos, destacando aspectos que o complementam a partir das questões norteadoras, a fim de verificar se os procedimentos de aplicação baseados no protocolo necessitam de aprimoramento. A qualidade dos dados obtidos pode ser verificada se eles contribuem para o objetivo da pesquisa determinado no Ciclo 1 – Contextualização do Tema e comparando com a literatura conflitante e trabalhos similares sobre orçamento tradicional, reforçando semelhanças e diferenças, para então se buscar esclarecimento sobre as situações vivenciadas. Gerando por fim, o mapeamento dos fluxos de informações, Tabela 3, uma contribuição para a validação externa na replicação.

TABELA 3: MAPEAMENTO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES.

CASO – FLUXO DE INFORMAÇÕES					
Identificação do Fluxo	Descrição do Conteúdo	Canais	Interações	Valor	Qualidade

FONTE: DA AUTORA.

O intuito da quantificação automática é reduzir incertezas apresentadas nos métodos tradicionais e variabilidade do fluxo de trabalho, mapeando o processo de troca de informações. Deste modo, será possível detectar o valor informação, as características de transmissão, estabelecendo os canais de comunicação e disseminação entre os grupos de trabalho. Com isso será possível comparar as várias realidades das construtoras, analisar o nível de desenvolvimento dos procedimentos de aplicabilidade do BIM no ciclo de vida do empreendimento de acordo com os níveis adotados por Clayton et al., (2008), juntamente com a gestão de custos e o uso da tecnologia da informação e comunicação.

As análises dos resultados obtidos serão estabelecidas dentro do Estudo de Casos múltiplos, relatadas num comparativo do que é afirmada na revisão bibliográfica e do que foi constatado nas empresas que serviram de referência. As informações dos casos serão cruzadas ao referencial teórico sobre as informações de projetos, uma vez que o levantamento de quantitativos, orçamento e o planejamento de obras estão diretamente relacionados.

Pontos a serem analisados por Ciclos:

- Nos dois Ciclos abordou-se a relação orçamento, etapas de projeto e margem de erro apresentada por Avila et al. (2003) e um quadro resumo que constará a localização do estudo, os participantes do diagnóstico, as fontes de obtenção das informações, o orçamento, planejamento, a interoperabilidade dos projetos (2D, 3D, 4D e 5D) e o orçamentista no ciclo de vida do empreendimento.
- No ciclo 2, foi comparado o estágio de implementação do BIM de acordo com Clayton et al., (2008) e os diferentes níveis de modelagem BIM baseado em Scheer e Ayres Filho (2009).

- A análise cruzada dos problemas apresentados nos dois ciclos, de acordo com a categoria do problema, foi comparada a descrição do problema, as consequências e a análise.

3.4.9. Relatórios

A partir dos resultados apresentados no Ciclo 1 e Ciclo 2, serão propostas melhorias. Essa proposta buscou agregar as qualidades apresentadas por cada um deles efetuando pequenas modificações no mapeamento do fluxo de informações com o intuito de preencher algumas necessidades que foram observadas no contexto apresentado.

ESTUDO DE CASOS MÚLTIPLOS

A análise dos dados do estudo de casos múltiplos foi estruturada em dois ciclos. O Ciclo 1 - Contextualização do Tema aborda o diagnóstico do teste piloto, ESTUDO DE CASO A, de um orçamento convencional realizado em uma construtora da cidade de Curitiba e o diagnóstico do ESTUDO DE CASO B, também orçamento convencional realizado em uma construtora da cidade de Goiânia.

4.1. CICLO 1 – ESTUDO DE CASO A

O estudo de caso é chamado de “A” preservando a identidade da empresa. Após a realização do estudo piloto, apêndice B, percebeu-se a necessidade de um aprofundamento maior do procedimento estabelecido dentro da empresa sobre as etapas de projeto, orçamento, planejamento e tecnologias da informação e comunicação. O desmembramento destas questões originou a entrevista semiestruturada, apêndice A, que foi aplicada posteriormente de forma presencial.

4.1.1. Descrição da Empresa A e a obra em estudo

O Caso A é uma empresa construtora situada na cidade de Curitiba com algumas obras em São Paulo e tem como foco obras privadas industriais, comerciais, educacionais e hospitalares com execução rápida. Como a empresa trabalha com contratos de empreitada global, o orçamento faz parte de processos licitatórios. A Figura 19 apresenta o organograma da empresa. O levantamento de quantitativos é realizado pelo departamento de orçamentos e o planejamento de obras é realizado pelo Gerente de Produção.

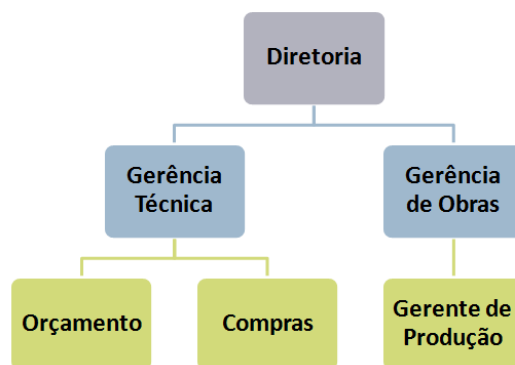


FIGURA 19: ORGANOGRAMA EMPRESA A.
FONTE: EMPRESA A

A obra em análise é um hospital psiquiátrico com áreas para reformas e áreas para ampliações. Contém dois pavimentos e uma área computável de 2.468,06 m². O estudo foi caracterizado por informações e dados disponibilizados pelos setores de suprimentos, orçamento e planejamento.

4.1.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa A

Com as informações disponibilizadas e relatos durante o roteiro proposto, a Figura 20 representa o mapeamento do fluxo de informações. A identificação do fluxo tem um sequenciamento de acordo com a ordem alfabética. Será analisada a descrição do conteúdo, os canais de informação, as interações dentro da empresa, o valor e a qualidade da informação.

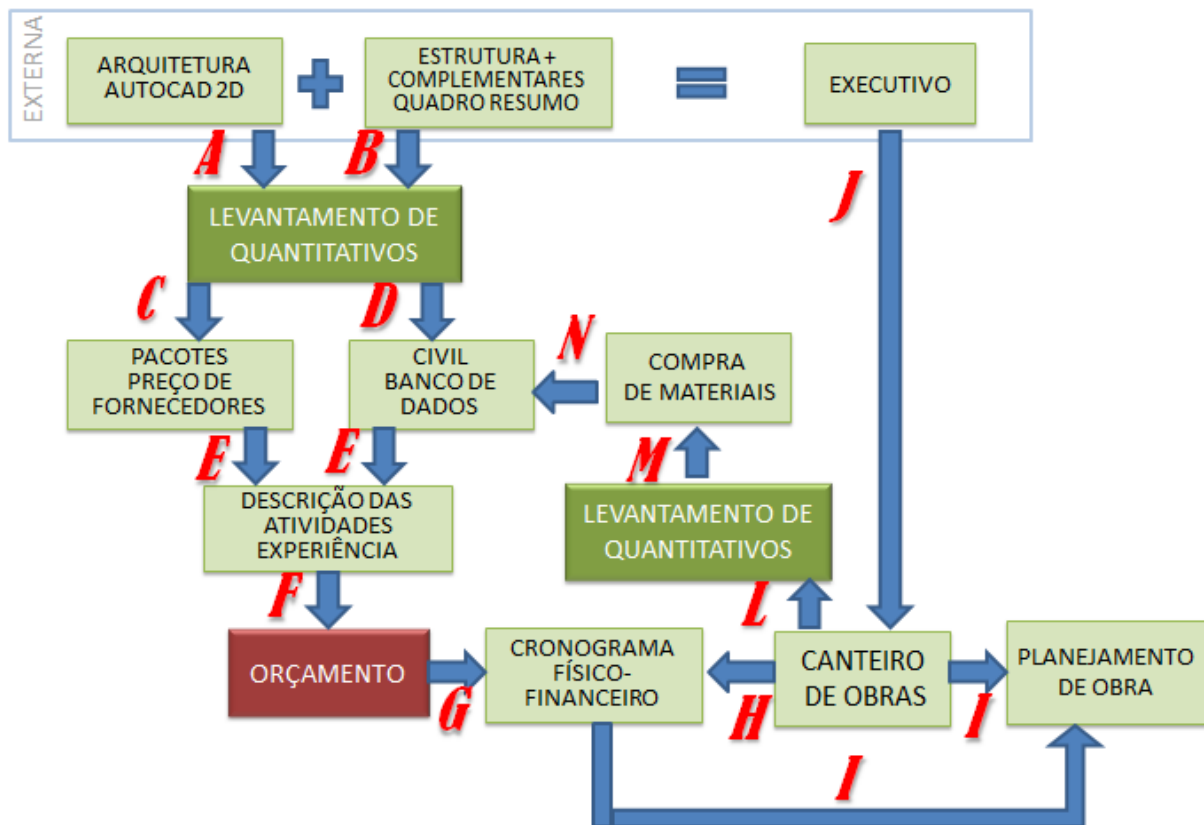


FIGURA 20: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES - CASO A.
FONTE: DA AUTORA.

A seguir na Tabela 4, tem-se a análise do mapeamento do fluxo de informações.

TABELA 4: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO A.

CASO A - Fluxo de Informações					
Identificação do Fluxo	Descrição do conteúdo	Canais	Interações	Valor	Qualidade
A - Externo e utilizado pela organização	Interpretação de projetos arquitetura	AutoCAD/ e Portable Document Format (PDF)	Formal transversal	Acessibilidade	Interpretabilidade
B - Externo e utilizado pela organização	Quantitativos projeto de estrutura e complementares	Folha de desenho impressa	Formal transversal	Envolvimento	Representação consistente
C - Interno e utilizado pela organização	Preços fornecedores (Pacote)	E-mail	Formal transversal	Oportunidade	Acuracidade
D - Interno e utilizado pela organização	Estimativa de custos (Civil)	MaxOr	Formal horizontal	Oportunidade	Acessibilidade
E - Interno e utilizado pela organização	Descrição das atividades	MS Excel	Formal horizontal	Aplicabilidade	Relevância
F - Interno e utilizado pela organização	Planilha Orçamentária	MaxOr	Formal horizontal	Acessibilidade	Integridade
G - Interno e utilizado pela organização	Cronograma Físico-Financeiro	MS Excel	Formal vertical	Aplicabilidade	Valor agregado
H - Interno e utilizado pela organização	Atualização do Cronograma Físico-Financeiro	MS Excel	Formal vertical	Oportunidade	Temporalidade
I - Interno e utilizado pela organização	Planejamento de Obra	MS Project	Formal horizontal	Aplicabilidade	Valor agregado
J - Externo e utilizado pela organização	Recebimento dos projetos executivos	Folha de desenho impressa	Formal transversal	Oportunidade	Temporalidade
L - Interno e utilizado pela organização	Levantamento de quantitativos	Folha de desenho impressa	Formal horizontal	Acessibilidade	Acuracidade
M - Interno e destinado ao mercado	Compra de material	E-mail	Formal horizontal	Envolvimento	Relevância

FONTE: DA AUTORA

A partir dos dados de entrada e saída de cada fluxo de informação tem-se a análise baseada nos princípios do IDEF0¹, na Figura 21.

1 O IDEF0 (*Integration Definition language 0*) é baseado no SADT (*Structured Analysis and Design Technique*). O IDEF0, que é o primeiro conjunto de padrões do IDEF, processa uma coleção de atividades e outras ações utilizando-se de ICOMs (*Input, Control, Output, Mechanism*, ou entrada, controle, saída e mecanismo), setas e caixas. Cada atividade ou função é conceitualmente representada por uma caixa retangular, sendo que esta atividade pode ser decomposta em vários níveis. Estes subníveis seguem as mesmas convenções. Portanto, um modelo completo de IDEF0 é uma representação hierárquica do processo, decomposta por atividades ou funções em quantos níveis forem necessários (MICHEL, 2002).

IDEF 0 **Caso A**

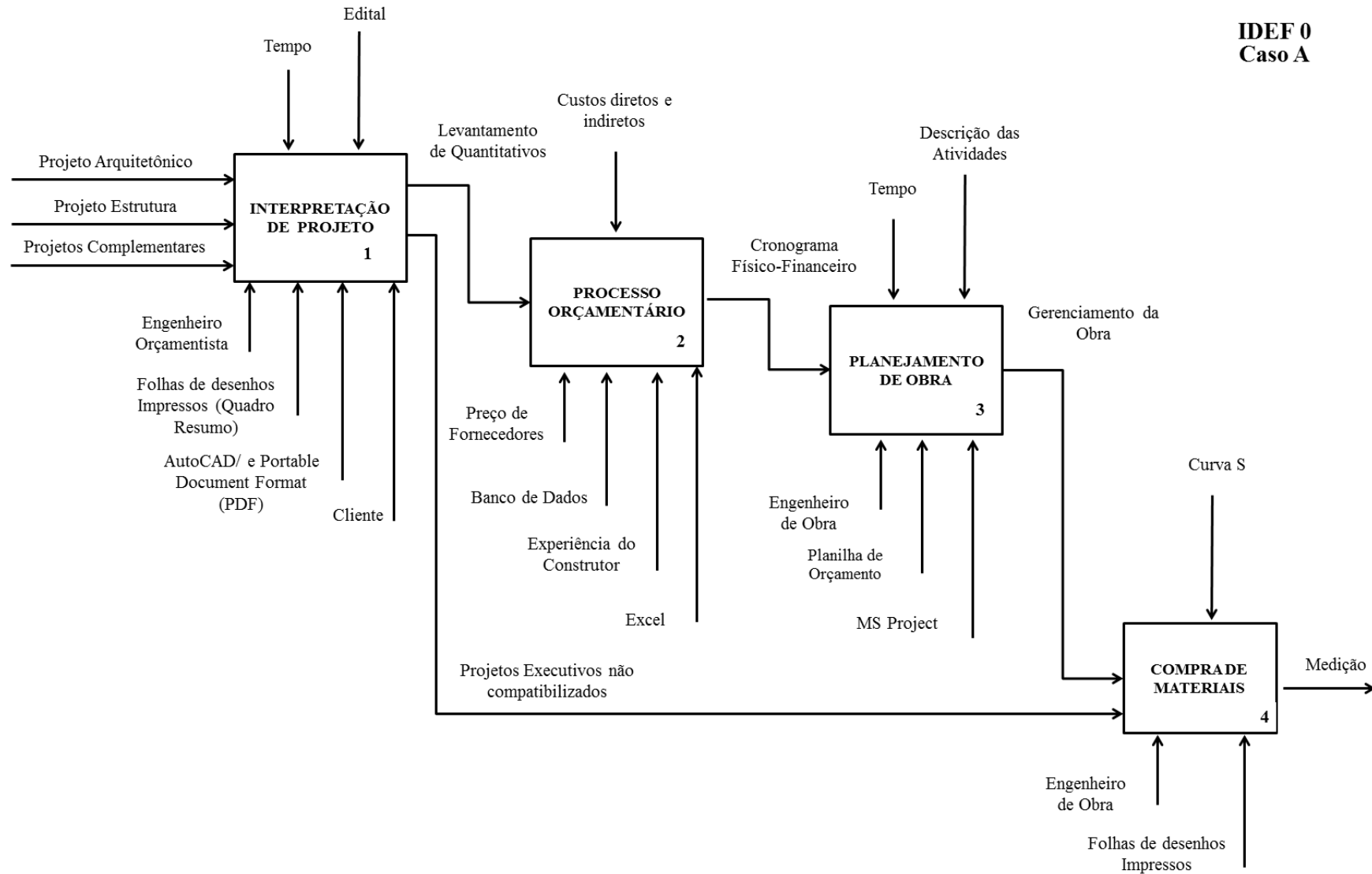


FIGURA 21: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES - CASO A.
FONTE: DA AUTORA.

As informações dos memoriais e projetos, a partir do edital da obra, tais como dimensões e especificações técnicas são fornecidas por projetos preliminares de arquitetura em *Portable Document Format* (PDF) e alguns detalhes em AutoCAD 2D para a iniciação do orçamento, muitas dúvidas são retiradas por e-mail diretamente com o departamento de compras do cliente. A visita técnica ao terreno é feita com todos os concorrentes, levantamentos e informações necessárias são incluídos na planilha orçamentária.

O levantamento de quantitativos foi realizado manualmente em folha de desenho impressa e pela experiência dos empreiteiros com dados “aproximados” ocasionados pela forma de apresentação e compreensão do projeto. Os quadros resumos dos projetos são incluídos na planilha orçamentária, devido ao tempo para entregas de proposta não é possível a conferência.

O orçamento é subdividido em itens macros, denominados (pacotes) e itens micros, denominados (civil). Os pacotes são enviados aos terceirizados para precificação e os itens civis são gerados do banco de dados do MaxOr 6.0.

O engenheiro de obra ajuda na confecção do orçamento com informações de sequências construtivas, materiais alternativos e equipamentos necessários. Após conclusão do orçamento realizado nas planilhas no próprio sistema MaxOr 6.0 os dados são exportados para o *software* MS Project. Dessa forma, o orçamento é realizado apenas para o fechamento de contratos não possuindo revisões dos quantitativos.

Com o fechamento das obras, os projetos executivos são finalizados e enviados ao Engenheiro de Obra. O levantamento de quantitativos para compra de materiais é feito em folha de desenho impressa.

4.1.3. Produto orçamento da obra – Empresa A

Na Tabela 5 é mostrada a descrição de serviços para cada atividade.

TABELA 5: DESCRIÇÃO DE SERVIÇOS NO EXCEL – CASO A.

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO MAT. (UNIT.)(R\$)	PREÇO MAT. (TOT.)(R\$)	PREÇO M.O. (UNIT.)(R\$)	PREÇO M.O. (TOT.)(R\$)	PREÇO FINAL (UNIT.)(R\$)	PREÇO FINAL (TOT.)(R\$)
PAVIMENTAÇÃO								
PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA de blocos de concreto sobre coxim de areia	M2	234,58	38,09	8.935,34	38,97	9.140,93	77,06	18.076,27

FONTE: EMPRESA A.

Essas atividades foram listadas na planilha orçamentária, Figura 22 utilizando-se o *software* MS Excel. Para estimativa de custos diretos, a empresa utiliza o sistema MaxOr 6.0 que possui um banco de dados com composições de custos e insumos de serviços com coeficientes de consumo e preços. Os serviços que não existem no banco de dados devem ser estimados pelo orçamentista com o apoio de fornecedores e a composição de custo passa a ser incluída no banco de dados, sendo que todos os coeficientes de produtividades são baseados no histórico da empresa. A busca por redução dos custos dos empreendimentos praticada pela empresa é fortemente baseada em negociações com fornecedores.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CLASS	UNIDADE	QUANT.	PREÇO MAT. (UNIT.)(R\$)	PREÇO MAT. (TOT.)(R\$)	PREÇO M.O. (UNIT.)(R\$)	PREÇO M.O. (TOT.)(R\$)	PREÇO FINAL (UNIT.)(R\$)	PREÇO FINAL (TOT.)(R\$)
01	TAXAS E PROJETOS									
PUC0428	PROJETO Estrutural	SER CG	VB	1,00			2.576,34	2.576,34	2.576,34	2.576,34
PUC0431	PROJETO de GLP	SER CG	VB	1,00			2.146,95	2.146,95	2.146,95	2.146,95
PUC0437	PROJETO de Instalações Hidráulica	SER CG	VB	1,00			12.881,72	12.881,72	12.881,72	12.881,72
02	SERVIÇOS PRELIMINARES									
01520.8.2.1	ABRIGO PROVISÓRIO metálico tipo container constituído por um conjunto de dois módulos podendo ser acoplados pela lateral, fundo e frente - locação	SER CG	UN	4,00	2.270,00	9.080,00	0,00	0,00	2.270,00	9.080,00
01544.8.5.1	ANDAIMÉ metálico de encaixe para trabalho em fachada de edifícios - locação	SER CG	M2	411,81	5,15	2.120,82	2,15	884,14	7,30	3.004,96
02595.8.1.1	LOCAÇÃO da obra, execução de gabarito	SER CG	M2	178,83	0,65	116,24	3,24	579,75	3,89	695,99
03140.8.2.2	ESCORAMENTO METÁLICO para lajes de edificação com pé direito entre 2,00 e 3,20 m	SER CG	M2	20,00	18,00	360,00	0,00	0,00	18,00	360,00
PUC0132	FURO em viga ou laje - mobilização (6 furos)	SER CG	CJ	1,00			1.073,48	1.073,48	1.073,48	1.073,48
PUC0133	FURO em viga ou laje (adicional por furo)	SER CG	UN	15,00			107,35	1.610,21	107,35	1.610,21
PUC0142	PLACA de identificação de obra em chapa de aço galvanizada, pintura em tinta automotiva	SER CG	M2	1,00	2.411,20	2.411,20	24,71	2.435,91	24,71	2.435,91
PUC0417	LIGAÇÃO provisória de água para obra e instalação sanitária provisória - pequenas obras (instalação mínima)	SER CG	UN	1,00	250,00	250,00	1.073,48	1.073,48	1.323,48	1.323,48
PUC0418	LIGAÇÃO provisória de luz e força para obra (instalação mínima)	SER CG	UN	1,00	250,00	250,00	1.073,48	1.073,48	1.323,48	1.323,48
03	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS									
02220.8.1.2	DEMOLUÇÃO de alvenaria de tijolo comum, sem reaproveitamento	SER CG	M3	70,27		0,00	325,69	22.886,43	325,69	22.886,43
02220.8.11.1	DEMOLUÇÃO de piso cerâmico	SER CG	M2	141,41		0,00	8,05	1.138,50	8,05	1.138,50
02220.8.12.1	DEMOLUÇÃO de piso revestido com granito	SER CG	M2	108,53		0,00	8,05	873,78	8,05	873,78
02220.8.15.1	DEMOLUÇÃO de revestimento de azulejo	SER CG	M2	829,29		0,00	8,05	6.675,95	8,05	6.675,95
02220.8.4.1	DEMOLUÇÃO de concreto armado com utilização de martelo rompedor	SER CG	M3	1,59		0,00	399,98	635,96	399,98	635,96
02225.8.2.1	REMOÇÃO de esquadria metálica com ou sem	SER CG	M2	33,46		0,00	20,05	670,96	20,05	670,96

FIGURA 22: PLANILHA ORÇAMENTÁRIA EXCEL – CASO A.
FONTE: EMPRESA A.

O cronograma físico financeiro realizado pela Gerência Técnica é ajustado no início da obra com auxílio do Gerente de Produção quanto ao método e sequência construtiva das atividades principais da obra com durações, apostando, também, na experiência dos construtores. Na Figura 23 é possível perceber apenas as atividades descritas sem planejamento, não estabelecendo, portanto, os conceitos de programação de atividades PERT/CPM.

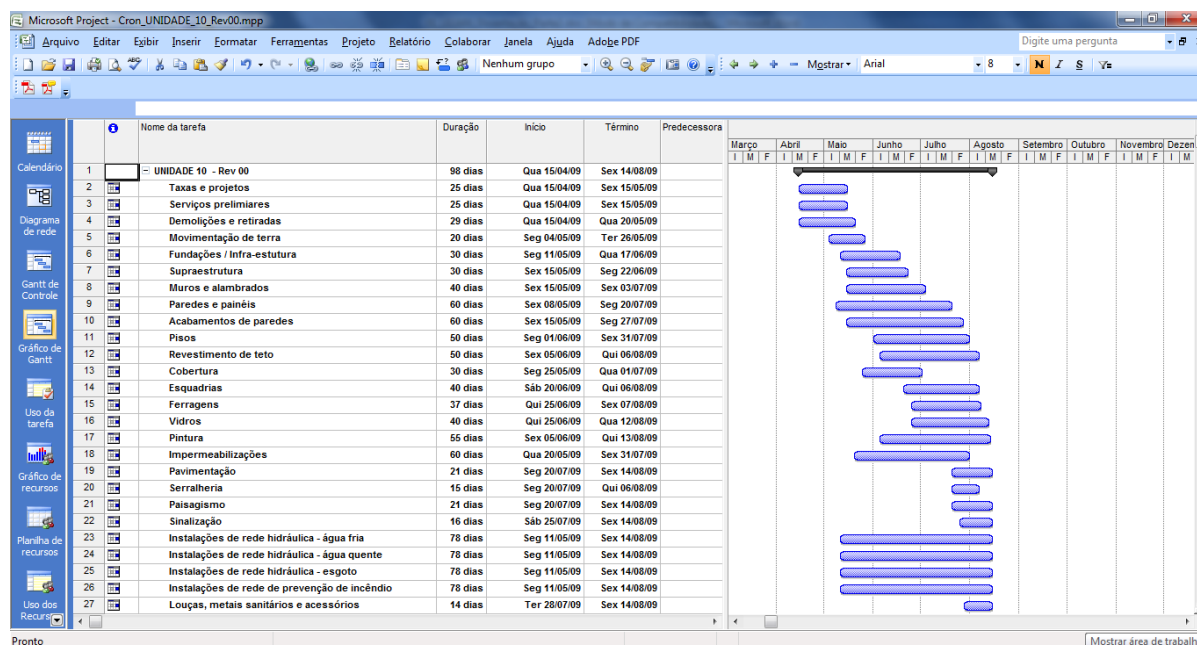


FIGURA 23: GRÁFICO DE GANTT MS PROJECT – CASO A
 FONTE: EMPRESA A.

Antes da obra iniciar, é feita uma previsão para ajustar os picos de desembolso aos da receita, diminuindo ou aumentando o ritmo da produção de acordo com Curva S. Os critérios para medição são realizados de acordo com o escopo da licitação. Como sugestões do Engenheiro Orçamentista, as características principais que um sistema de custos deveria ter de modo a satisfazer plenamente as necessidades gerenciais da empresa seriam opções de produtividade e rendimento, taxas de perdas em obra, cálculo do BDI junto com o *software* de orçamento.

4.2. CICLO 1 – ESTUDO DE CASO B

O Ciclo 1 – Contextualização do Tema é finalizada com o caso B, orçamento convencional. A entrevista semiestruturada, Parte 1, 2, 5 e 6 foi

aplicada ao Engenheiro da Obra em estudo e a Parte 3 e 4 pela Engenheira Orçamentista de forma presencial.

4.2.1. Descrição da Empresa B e a obra em estudo

O caso B é uma empresa construtora situada na cidade de Goiânia. Atua nos seguintes segmentos: residenciais, comerciais e industriais de obras privadas com forte experiência nos setores farmacêuticos, alimentício, mineração, agronegócio, atacadista e distribuidores. Suas obras possuem execução rápida com contrato de empreitada global. A Figura 24 evidencia o organograma da empresa.

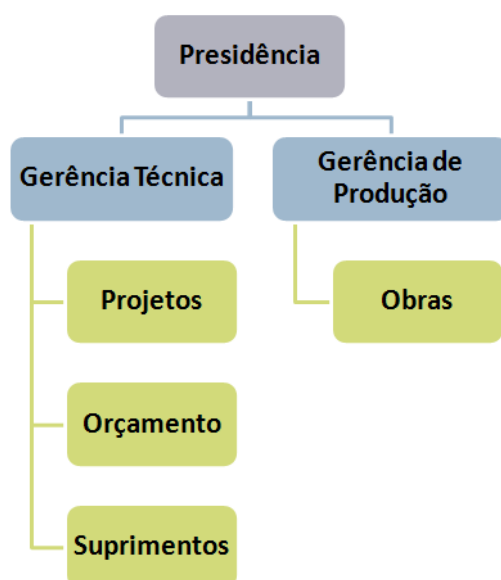


FIGURA 24: ORGANOGRAMA EMPRESA B.
FONTE: EMPRESA B.

A obra em análise é uma fábrica de produtos de limpeza localizada em um distrito agroindustrial, Figura 25. Possui 23.420,03 m² do total construído e 52.857,54 m² de área do terreno.

TABELA 6: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO B.

CASO B – Fluxo de Informações					
Identificação do Fluxo	Descrição do conteúdo	Canais	Interações	Valor	Qualidade
A - Externo e utilizado pela organização	Levantamento de quantitativos da arquitetura	AutoCAD 2D	Formal transversal	Envolvimento	Interpretabilidade
B - Externo e utilizado pela organização	Estimativa do proj. estrutural	E-mail	Formal transversal	Oportunidade	Objetividade
C- Externo e utilizado pela organização	Precificação com empreiteiros Proj. complementares	E-mail	Formal transversal	Oportunidade	Objetividade
D - Interno e utilizado pela organização	Memória de calculo - etapas de obra	MS Excel	Formal vertical	Aplicabilidade	Valor agregado
E - Interno e utilizado pela organização	Orçamento	MS Excel	Formal horizontal	Oportunidade	Relevância
F - Interno e utilizado pela organização	Cronograma físico-financeiro histórico e presidência	UAU!	Formal vertical	Escassez	Acuracidade
G - Interno e utilizado pela organização	Atualização do cronograma	UAU	Formal horizontal	Oportunidade	Temporalidade
H- Interno e utilizado pela organização	Planejamento de Obra	MS Project	Formal horizontal	Aplicabilidade	Integridade
I - Externo e utilizado pela organização	Pré- executivos complementares e estrutura	AutoCAD 2D	Formal transversal	Oportunidade	Temporalidade
J – Interno e utilizado pela organização	Compatibilização	AutoCAD 2D	Formal transversal	Exatidão	Credibilidade
L- Interno e utilizado pela organização	Lançamento dos projetos executivos no sistema	UAU!	Formal horizontal	Acessibilidade	Acessibilidade
M- Interno e utilizado pela organização	Visualização dos projetos pelo canteiro	UAU!	Formal horizontal	Acessibilidade	Segurança de acesso
N- Interno e utilizado pela organização	Levantamento de quantitativos	AutoCAD 2D	Formal horizontal	Oportunidade	Temporalidade
O- Interno e utilizado pela organização	Pedido de compra de materiais	E-mail	Formal horizontal	Envolvimento	Integridade

FONTE: DA AUTORA.

A partir dos dados de entrada e saída de cada fluxo de informação tem-se a análise baseada nos princípios do IDEF0 na Figura 27.

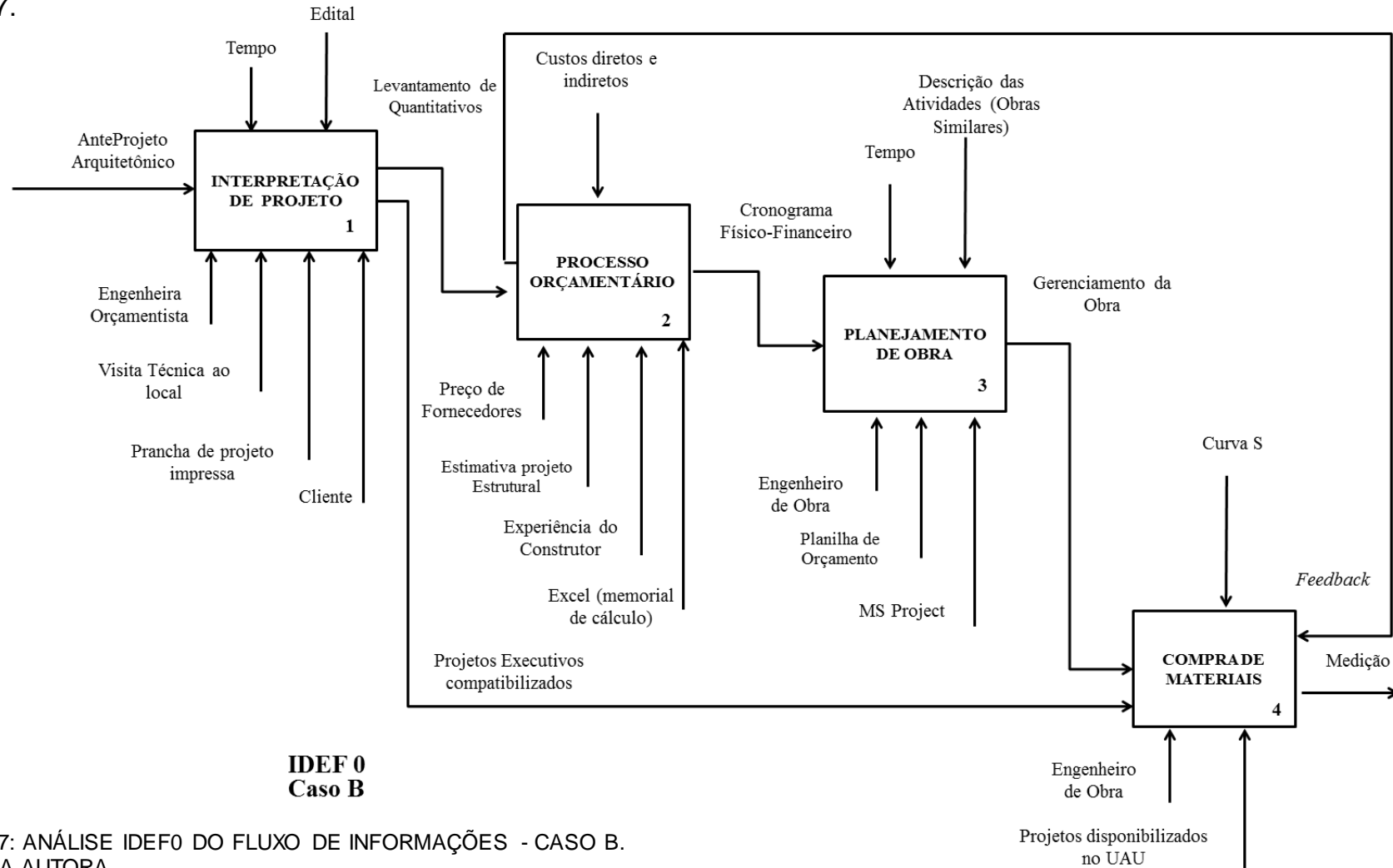


FIGURA 27: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES - CASO B.
FONTE: DA AUTORA

A partir do edital da obra, o memorial e o anteprojeto arquitetônico (contendo no mínimo planta baixa, implantação, cortes e fachadas) são disponibilizados pelo cliente para que a Engenheira Orçamentista faça uma análise rápida. Quando há dúvidas, questionamentos são enviados por e-mail ao cliente. Posteriormente é realizada uma visita técnica ao local, tanto para obras novas quanto para reformas.

O levantamento de quantitativos do projeto arquitetônico é feito na prancha do projeto e utiliza-se o *software* MS Excel como memorial de cálculo e ferramenta de checagem.

Quando há projetos estruturais e de fundações, os quantitativos são levantados conforme quadro resumo apresentados na prancha do próprio projetista. Quando os projetos não estão prontos, o que ocorre com mais frequência, é levado em consideração à experiência do projetista estrutural baseado no anteprojeto de arquitetura com estimativas para um lançamento prévio.

Para os serviços de instalações prediais, os projetos são enviados aos empreiteiros para precificação. No recebimento é verificada a coerência dos quantitativos enviados e quando existe alguma discrepância é efetuado levantamento na prancha para conferência. Todos os levantamentos são inseridos no memorial de cálculo.

A codificação/itemização do orçamento é feita pela sequência de serviços a serem executados na obra de obras similares, estes itens são lançados na planilha orçamentária padrão fornecido pelo cliente, posteriormente a planilha é lançada no *software* UAU um *Enterprise resource planning* (ERP).

Fechando a proposta com o cliente o cronograma-físico financeiro é elaborado. Estes dois itens, planilha orçamentária e cronograma físico-financeiro, são utilizados para o planejamento de obras realizado no *software* MS Project no início da obra pelo próprio Engenheiro de Obra.

Os projetos executivos, geralmente, ficam prontos quando a obra se inicia, eles são compatibilizados pelo Arquiteto do departamento de projetos e disponibilizados no sistema UAU. Os arquivos são recebidos pelo Arquiteto em vários formatos compatíveis ao AutoCAD 2D, no entanto há algumas incompatibilidades geradas pela diferenciação de *softwares* utilizada pelos

projetistas. O canteiro de obras tem acesso a estes projetos e, quando necessário, solicita projetos eletrônicos que são enviados por e-mail.

Para fazer o pedido de compras, há um retrabalho no levantamento de quantitativos, Fluxo “N”. Na conclusão da obra, materiais que porventura não tenham sido orçados tem seus preços atualizados pelo *feedback* de compras efetuadas para obras executadas na mesma região da proposta em execução.

4.2.3. Produto orçamento da obra – Empresa B

O departamento de orçamento é composto por um Engenheiro Orçamentista, dois Tecnólogos Orçamentistas e um Estagiário em Engenharia Civil. Na Figura 28, tem-se a planilha orçamentária lançada no UAU, normalmente é baseado apenas no projeto básico de arquitetura e todos têm acesso ao sistema.

Obra / Resumo

Obra: 141

Visualizar valores na planilha

Não alertar a falta do insunso encargo

Custo Unitário: 43,97

Custo Total: 18.843,78

%Custo: 0,2

Planilha do Item: 04 - PRÉDIO DA FÁBRICA

Item	Serviço	Descrição	Detalhamento	Unid	Qtd	Total	Custo Unitário	Custo Total	% Custo	Unit. Mac-de
04.04.02	030160U	LONA		M2	8.593,36	2,71	23.288,01	0,23		
04.04.03	050159P	CONCRETO USINADO		M3	1.134,32	261,38	296.488,56	3,24		
04.04.04	0801003U	MAO DE OBRA PARA		M2	8.593,36	6,21	53.364,77	0,58		
04.04.05	050407P	FIBRA EM AÇO (fomec)		KG	28.358,00	0,00	0,00	0,00		
04.04.06	170357U	JUNTA EM PISO DE C		M	1.890,54	5,79	10.946,23	0,12		
04.05	Item	COBERTURA - INCLUS			0,00	0,00	0,00	0,00		
04.06	Item	FECHAMENTO LATERA			0,00	0,00	0,00	0,00		
04.07	Item	FECHAMENTO LATERA			0,00	0,00	47.755,27	0,52		
04.07.01	070164P	ALV. BLOCO CONCR		M2	428,56	43,97	18.843,78	0,21		
04.07.02	Item	VERGAS E CONTRAV			0,00	0,00	24.346,99	0,27		
04.07.02.01	0202010	CANAleta EM BLOC		M	659,62	17,59	11.602,72	0,13		
04.07.02.02	060319P	CONCRETO CTRL. A		M3	26,19	183,18	4.797,48	0,05		
04.07.02.03	060411P	LANCAMENTO E API		M3	26,19	15,99	418,78	0,00		
04.07.02.04	060203P	ARMADURA CA-50A		KG	1.571,61	4,79	7.528,01	0,08		

Insunhos: ALV. BLOCO CONCR. 19X19X39CM ARG. MISTA CAL HIDR.E

Insunso	Descrição	Unid	Qtd	Preço Unit	SubTotal	Tipo	Moed	Di. Cotação	Grupo	Encargo
0401003U	ENCUNHAMENTO DE Z	M	0,4000	11,31	4,52	1 - Comp. Au	R\$	16/08/2010	0	0 - Não
099999P	ENCARGOS SOCIAIS	%	1,2666	8,23	10,42	0 - Insunso	R\$	16/08/2010	1 - Mão-de-Obra	1 - Sim
010139P	PEDREIRO	H	1,9000	2,53	4,81	0 - Insunso	R\$	16/08/2010	1 - Mão-de-Obra	0 - Não
010146P	SERVENTE	H	1,9000	1,80	3,42	0 - Insunso	R\$	16/08/2010	1 - Mão-de-Obra	0 - Não
020505P	CAL HIDRATADA	KG	0,6700	0,26	0,17	0 - Insunso	R\$	16/08/2010	3 - Material	0 - Não
020508P	CIMENTO PORTLAND	KG	2,6400	0,28	0,74	0 - Insunso	R\$	16/08/2010	3 - Material	0 - Não
020579P	AREIA LAVADA MEDIA	M3	0,0200	42,50	0,85	0 - Insunso	R\$	16/08/2010	3 - Material	0 - Não
022505P	BLOCO DE CONCRETO	UN	13,1300	1,45	19,04	0 - Insunso	R\$	16/08/2010	3 - Material	0 - Não

FIGURA 28: PLANILHA ORÇAMENTÁRIA
FONTE: EMPRESA B.

A Curva S é realizada através do cronograma físico-financeiro da obra, Figura 29, controlado apenas pelos itens macro da planilha orçamentária e esses itens são comparados ao índice de consumo dos materiais e serviços na obra, bem como, verificação dos preços de compra dos materiais.

Controle e Produção - [Planejamento da Obra]

Assistentes Contrato Utilitários Relatórios Módulos Janela Ajuda

Produto: YPÊ 02/2010 Produção Gerencial Estratégico

Composições Planejadas

Produto	Contrato	Item	Serviço	Insumo	Descrição	Unid	Qt. Total	Saldo Total	02/2010 Gnde	02/2010 Preço	02/2010 Total
30 YPÊ	1 QUÍMICA AMPA	04.02.07	050210P		REATERRO MANUAL APILO	M3	41,22	0,00	0	16,3000	0,00
		04.02.08	030021U		BOTA-FORA DE MATERIAL	M3	376,00	0,00	0	7,2300	0,00
		04.03	-1		SUPERESTRUTURA - INCLUSI		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.04			PISO DE CONCRETO		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.04.01	VB123		BASE DE BRITA GRADUADA	M2	8.593,36	0,00	0	5,9500	0,00
		04.04.02	030160U		LONA	M2	14.763,36	0,00	0	2,7120	0,00
		04.04.03	050168P		CONCRETO USINADO FCK 3	M3	1.134,32	0,00	0	261,3750	0,00
		04.04.04	0801003U		MAO DE OBRA PARA ACABA	M2	8.593,36	8.593,36	0	6,2100	0,00
		04.04.05	050407P		FIBRA EM AÇO (fornecimento	KG	28.358,00	28.358,00	0	0,0000	0,00
		04.04.06	170357U		JUNTA EM PISO DE CONCRE	M	1.890,54	1.890,54	0	5,7900	0,00
		04.04.07	26354U		ADITIVO DE CONTRATO - PI	VB	2,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.05	-1		COBERTURA - INCLUSO ITEM		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.06			FECHAMENTO LATERAL - MET.		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.07			FECHAMENTO LATERAL - ALVE		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.07.01	070164P		ALV. BLOCO CONCR. 19x19	M2	428,56	0,00	0	43,9772	0,00
		04.07.02	-1		VERGAS E CONTRAVERGAS		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.07.02.01	0202010		CANALETA EM BLOCO DE	M	659,62	0,00	0	17,5800	0,00
		04.07.02.02	060319P		CONCRETO CTRL. A. P/B/	M3	26,19	26,19	0	183,1700	0,00
		04.07.02.03	060411P		LANCAMENTO E APLICAC	M3	26,19	26,19	0	15,9900	0,00
		04.07.02.04	060203P		ARMADURA CA-50A/60 A	KG	1.571,61	0,00	0	4,7900	0,00
		04.07.03	-1		PILARETES DE AMARRAÇ		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.07.03.01	060319P		CONCRETO CTRL. A. P/B/	M3	7,24	7,24	0	183,1700	0,00
		04.07.03.02	060411P		LANCAMENTO E APLICAC	M3	7,24	7,24	0	15,9900	0,00
		04.07.03.03	060203P		ARMADURA CA-50A/60 A	KG	651,88	651,88	0	4,7900	0,00
		04.08	-1		ESQUADRIAS		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.08.01	08513U		JANELA METALICA VENEZIA	M2	116,98	116,98	0	253,0500	0,00
		04.08.02	09010241U		PORTA TIPO BASCULANTE	UN	7,00	0,00	0	4.546,4700	0,00
		04.09	-1		REVESTIMENTOS		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.09.01			EMBOCO COM ADITIVO IMPI		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.09.01.01	150101P		CHAPISCO CARGAMASSA	M2	214,05	0,00	0	2,3800	0,00
		04.09.01.02	150210U		EMBOCO C/ADITIVO IMPI	M2	214,05	0,00	0	12,9000	0,00
		04.09.02	09750841		FEITIDIL DE GRANITO 20C	M	149,43	149,43	0	57,6717	0,00
		04.10	-1		IMPERMEABILIZAÇÃO		0,00	0,00	0	0,0000	0,00
		04.10.01	1700101U		IMPERMEABILIZAÇÃO DE P	M2	214,05	0,00	0	21,3500	0,00

FIGURA 29: PLANEJAMENTO FINANCEIRO DA OBRA.
FONTE: EMPRESA B.

Por meio do histórico da empresa e ajustes da presidência, o departamento de orçamento realiza o cronograma físico de atividades, que é ajustado e atualizado no início da obra e utilizado para a realização do Planejamento de Obra no MS Project. Figura 30:

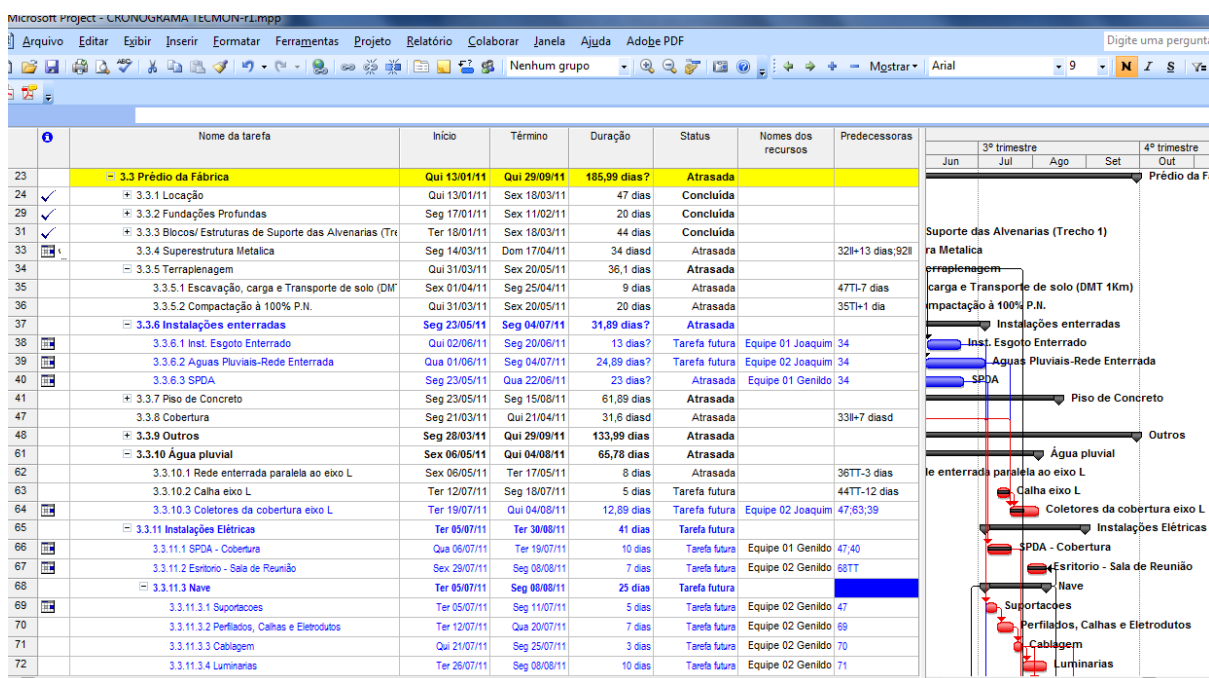


FIGURA 30: PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES.
FONTE: EMPRESA B.

A modelagem BIM é apresentada em quatro casos no Ciclo 2 – Exploração do Tema, ESTUDO DE CASO C, D e F situados na cidade de São Paulo e o ESTUDO DE CASO E situado na cidade de São José dos Pinhais. Dessa forma, o Ciclo 2 poderá estabelecer uma forte ligação entre a prática e a literatura confirmando a hipótese de que: A utilização do BIM, implantados por empresas construtoras e/ou incorporadoras e prestadoras de serviço atuantes no mercado atual brasileiro, possuem informações de projeto mais detalhadas nas fases iniciais a partir da integração entre o processo de projeto, orçamento e planejamento.

4.3. CICLO 2 - ESTUDO DE CASO C

Dois contatos foram estabelecidos com o caso C. O primeiro contato foi com o departamento de projetos, em que duas arquitetas responderam as questões referentes a empresa, processo de projeto e tecnologia da informação. As questões referentes ao orçamento e planejamento foram parcialmente aplicadas, respondidas pelo gerente de TI, pois nestes departamentos o BIM ainda está em fase de implantação.

4.3.1 Descrição da Empresa C e a obra em estudo

Esta empresa é construtora e incorporadora, e suas obras são predominantemente industriais e comerciais com execução rápida além de alguns edifícios residenciais em pequena escala. Organograma da empresa em análise, Figura 31:

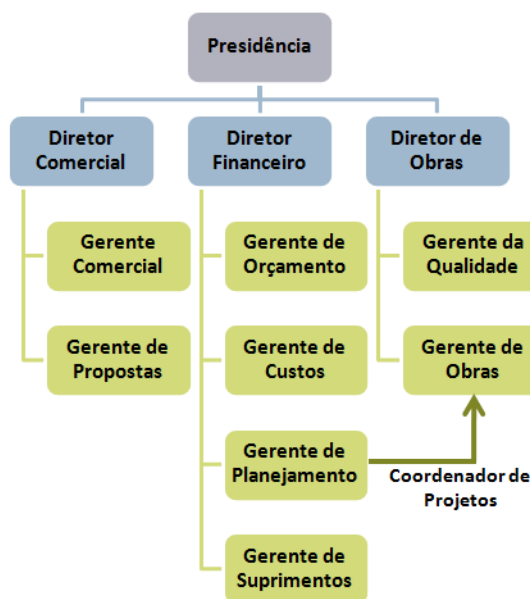


FIGURA 31: ORGANOGRAMA CASO C.
FONTE: EMPRESA C.

O objetivo principal da implantação do modelo BIM era evitar incompatibilidades entre o projeto de arquitetura e projetos complementares. Como as obras se caracterizam por execuções rápidas, não havia tempo para corrigir incompatibilidades de projetos ou sanar dúvidas com projetistas e equipe técnica em processo de execução. Para evitar problemas em canteiro, a empresa implantou o sistema BIM a fim de identificar interferências entre os diversos projetos ainda na fase de concepção dos mesmos, realizando estudos rápidos e eficientes.

A implantação da tecnologia BIM nos projetos da empresa “C” ocorreu com os seguintes passos:

- Visita à *Carnegie Mellon University*, nos Estados Unidos;
- Pesquisa e testes das ferramentas disponíveis no mercado, tais como os *softwares*: *ArchiCAD* (*Graphisoft*), *Microstation* (*Bentley*) e *Revit* (*Autodesk*);
- Assinatura com a *Bentley Systems – Microstation Architectural / Electrical / Mechanical*, para aquisição da licença do *software*;
- Cursos para capacitação de pessoal para o uso do *software*;
- Implantação básica do *software*, incluindo biblioteca;
- Desenvolvimento de modelos de projeto piloto;

- Modelagem completa e parcial de algumas obras. Como exemplo, obra Data Center de 8.000 m², a Figura 32 apresenta a modelagem e a construção real:



FIGURA 32: EXEMPLO DE CONSTRUÇÃO VIRTUAL E CONSTRUÇÃO REAL – CASO C.
FONTE: EMPRESA C.

As possibilidades de simulações permitiram compensações entre cortes e aterros com o estudo de terraplenagem detectando uma movimentação desnecessária de 127.123 m³, o que gerou uma economia de R\$ 572.053,00. “Esta tecnologia possibilitou uma análise profunda do empreendimento, uma vez que o mesmo é construído virtualmente antes de sua execução no canteiro; proporcionando redução de custos e prazos, além de melhoria da qualidade do produto final” (gerente de produto).

4.3.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa C

Com as informações disponibilizadas e apresentações de palestras divulgadas em mídia eletrônica e impressa, além da entrevista semiestruturada, a Figura 33 representa o mapeamento do fluxo de informação.

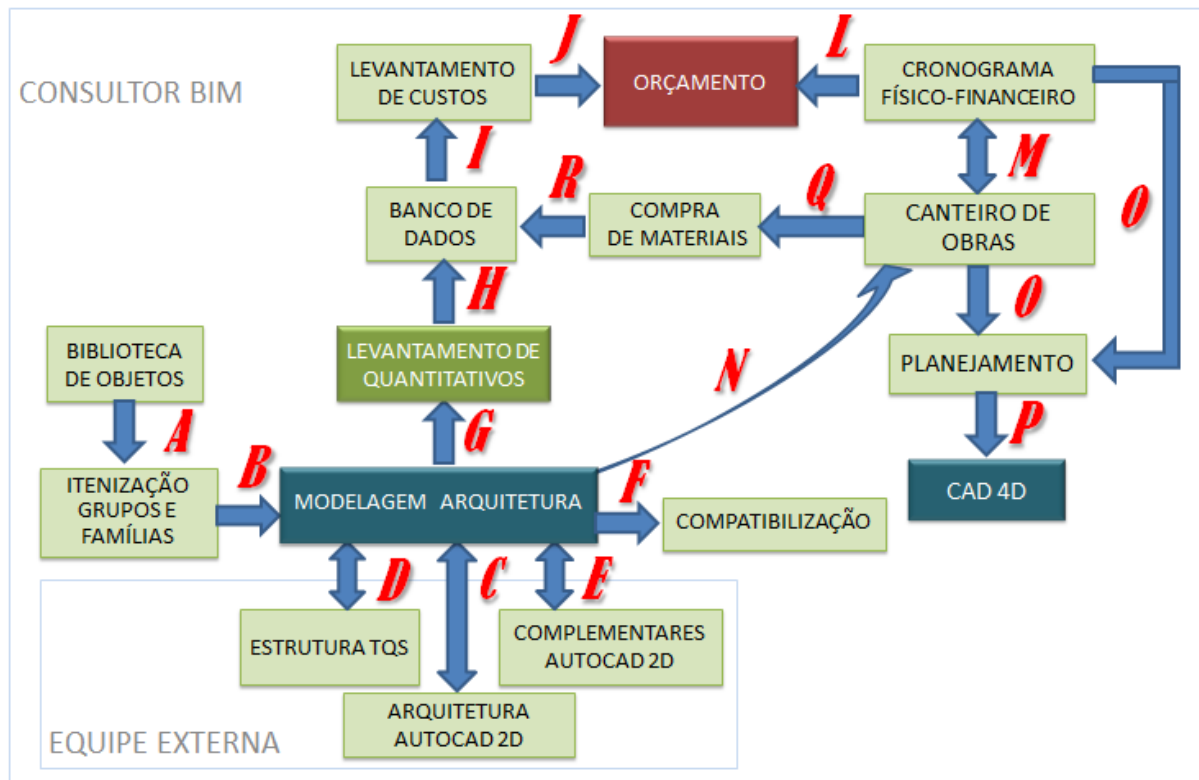


FIGURA 33: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES – QUANTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA C.
 FONTE: DA AUTORA.

A seguir, Tabela 7, análise do mapeamento do fluxo de informações.

TABELA 7: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO C.

CASO C - Fluxo de Informações					
Identificação do Fluxo	Descrição do conteúdo	Canais	Interações	Valor	Qualidade
A - Interno e utilizado pela organização	Modelagem da biblioteca de objetos	Microstation	Formal Horizontal	Aplicabilidade	Relevância
B - Interno e utilizado pela organização	Itemização de grupos e famílias	Microstation	Formal Horizontal	Aplicabilidade	Valor agregado
C - Interno e utilizado pela organização	Modelagem da Arquitetura	Microstation	Formal Horizontal	Envolvimento	Acuracidade
D - Externo e utilizado pela organização	Projeto de estrutura	CAD/TQS	Formal diagonal	Acessibilidade	Interpretabilidade
E - Externo e utilizado pela organização	Modelagem projetos complementares	Microstation	Formal diagonal	Envolvimento	Acuracidade
F - Interno e utilizado pela organização	Compatibilização	<i>Bentley Interference Manager</i>	Formal horizontal	Exatidão	Credibilidade
G - Interno e utilizado pela organização	Levantamento de Quantitativos	Microstation	Formal horizontal	Exatidão	Credibilidade
H - Interno e utilizado pela organização	Dados tabelados	MT	Formal horizontal	Exatidão	Acuracidade
I - Interno e utilizado pela organização	Levantamento de custos	MT	Formal horizontal	Oportunidade	Temporalidade
J - Interno e utilizado pela organização	Planilha Orçamentária	MT	Formal horizontal	Escassez	Integridade
L - Interno e utilizado pela organização	Cronograma Físico-Financeiro	Primavera	Formal horizontal	Aplicabilidade	Integridade
M - Interno e utilizado pela organização	Atualização Cronograma Físico-Financeiro	Primavera	Formal horizontal	Aplicabilidade	Integridade
N - Interno e utilizado pela organização	Visualização dos projetos	PDF 3D	Formal horizontal	Acessibilidade	Acessibilidade
O - Interno e utilizado pela organização	Planejamento de Obra	Primavera	Formal horizontal	Aplicabilidade	Integridade
P - Interno e utilizado pela organização	Case CAD 4D	<i>Bentley Schedule Simulator</i>	Formal horizontal	Oportunidade	Valor agregado
Q - Interno e utilizado pelo mercado	Pedido de compra de material	MT	Formal horizontal	Oportunidade	Credibilidade
R - Interno e utilizado pela organização	Atualização dos dados	MT	Formal horizontal	Oportunidade	Temporalidade

FONTE: DA AUTORA.

A partir dos dados de entrada e saída de cada fluxo de informação tem-se a análise baseada nos princípios do IDEF0 na Figura 34.

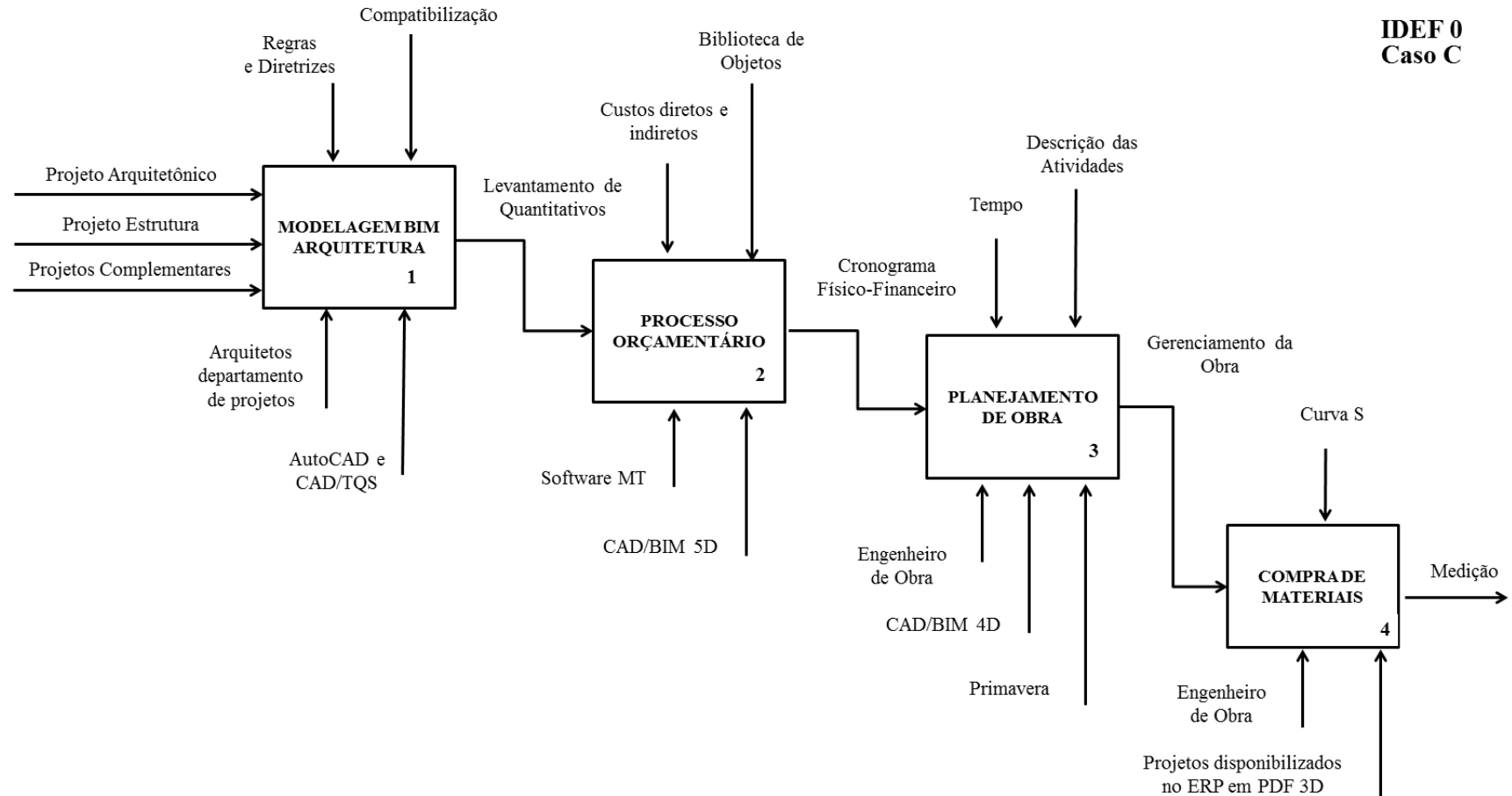


FIGURA 34: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES - CASO C.
FONTE: DA AUTORA.

Os projetos de arquitetura, estrutura e complementares são realizados por uma equipe externa. A equipe interna de projetos contrata os terceirizados, envia as regras, diretrizes e compatibiliza os projetos.

O maior problema enfrentado pelo departamento de projetos é a falta de projetistas que trabalham como BIM. O arquiteto envia os projetos em AutoCAD 2D ao projetista de estrutura que projeta em CAD/TQS e os projetos complementares são também desenvolvidos em AutoCAD 2D. Com todos os projetos prontos, em formato DWG, uma equipe do departamento de projetos modela no *software* Microstation – Bentley. Ao exportar do CAD/TQS em formato IFC, alguns itens de estrutura são modelados novamente. Todos estes projetos são então compatibilizados.

A quantificação automática é feita pelo departamento de projetos, assim como a modelagem da biblioteca de objetos com auxílio do departamento de orçamentos. Os dados são enviados ao *software* MT, um *Enterprise resource planning* (ERP) que automatiza os processos de gestão das obras e áreas de construção, criado internamente pelo departamento de TI e o orçamento são concluídos. Posteriormente o planejamento de obras é feito no *software* Primavera. A obra tem acesso a todos os projetos em formato PDF 3D.

Com os problemas por incompatibilidade entre projetos resolvidos, o próximo passo seria a extensão da plataforma BIM ao departamento de orçamento e planejamento. Desta forma, o consultor BIM passou a ser quadro efetivo da empresa. Para isso, os envolvidos passaram a modelar suas próprias bibliotecas criando regras para o preenchimento da planilha orçamentária com levantamento de quantitativos e as composições dos custos no *software* MT.

4.3.3. Produto orçamento da obra – Empresa C

“Um projeto executado com essa tecnologia é na verdade um projeto 5D, pois além das 3 dimensões, estão integrados o tempo e o custo” (gerente de produto). O fluxo de informações apresentado na Figura 35 exemplifica o procedimento de propostas orçamentárias de forma mais explicativa com o material disponibilizado em mídia eletrônica pela empresa C.

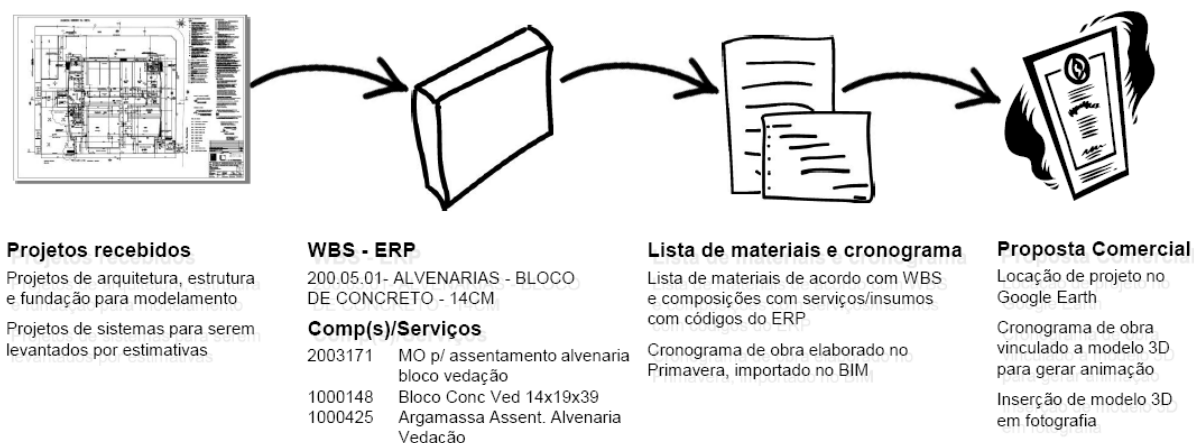


FIGURA 35: FLUXO DE INFORMAÇÃO PARA PROPOSTAS COMERCIAIS – CASO C.
FONTE: EMPRESA C.

A Figura 36 e Figura 37 é um case de como os objetos estruturais, bloco de fundação com cálice e colarinho são modelados, extraídos os quantitativos automatizados e apresentados na planilha com suas listas de materiais.

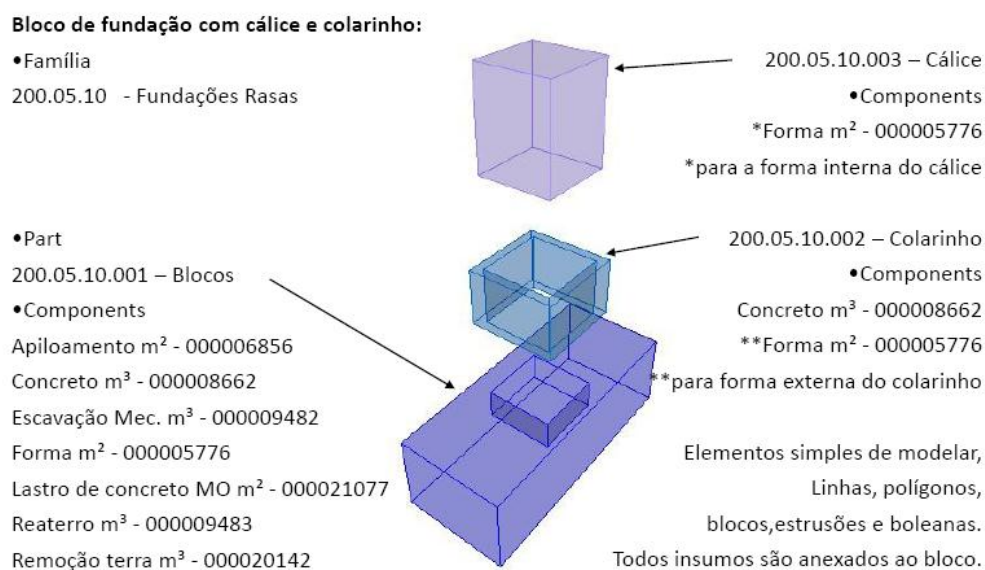


FIGURA 36: EXEMPLO DE QUANTIFICAÇÃO – CASO C
FONTE: EMPRESA C.

WBS	Insumo	Código MT	Quant.	Unit
200.05.10.001	Apiloamento (Blocos)	000006856	4,41	m2
200.05.10.001	Concreto (Bloco)*	000008662	3,77	m3
200.05.10.001	Escavação (Bloco)	000009482	9,21	m3
200.05.10.001	Forma (Blocos)*	000005776	8,27	m2
200.05.10.001	Lastro de concreto (Blocos)*	000021077	0,22	m3
*200.05.10.001, não Reaterro (Blocos)		000009483	5,35	m3
200.05.10.001	Remoção (Blocos)	000020142	5,18	m3

Planilha para Levantamento de BLOCOS DE FUNDAÇÃO													
Cliente:	BRAVO											Data:	09/12/10
Obra:	FLEURY											Responsável:	ELOY/BRUN
Distância lateral da escavação em relação à peça:					0,50	m	Taxa de Aço:					120,00	kg
Cota superior dos blocos:					-0,50	m	Esp. lastro de concreto:					0,05	m
Código	Qtde. (unid.)	Comprim. (m)	Largura (m)	Altura (m)	Esp. pared (m)	Escav. (m³)	Apiloam. (m²)	Reaterro (m³)	Remoção (m³)	Lastro (m³)	Forma (m²)	Concreto (m³)	Armação (kg)
B1	1,00	3,05	1,30	0,95		13,97	4,41	9,99	5,18	0,22	8,27	3,77	452,01

Distância lateral da escavação em relação à peça:					0,50	m	Taxa de Aço:					120,00	kg
Cota superior dos blocos:						m	Esp. lastro de concreto:					0,05	m
Código	Qtde. (unid.)	Comprim. (m)	Largura (m)	Altura (m)	Esp. pared (m)	Escav. (m³)	Apiloam. (m²)	Reaterro (m³)	Remoção (m³)	Lastro (m³)	Forma (m²)	Concreto (m³)	Armação (kg)
B1	1,00	3,05	1,30	0,95		9,32	4,41	5,33	5,18	0,22	8,27	3,77	452,01

FIGURA 37: PLANILHA ORÇAMENTÁRIA.
FONTE: EMPRESA C.

Uma exemplificação e comparação da gerente de produto: “Com a tecnologia BIM, as paredes, por exemplo, deixam de serem apenas duas linhas paralelas e passam a apresentar as informações da parede real desejada, como: dimensões, materiais, finalidades, fabricantes, podendo ser agregadas até informações sobre custos”. A elaboração e o controle de dados de planejamento são feitos pelo sistema Primavera, da Oracle na Figura 38:

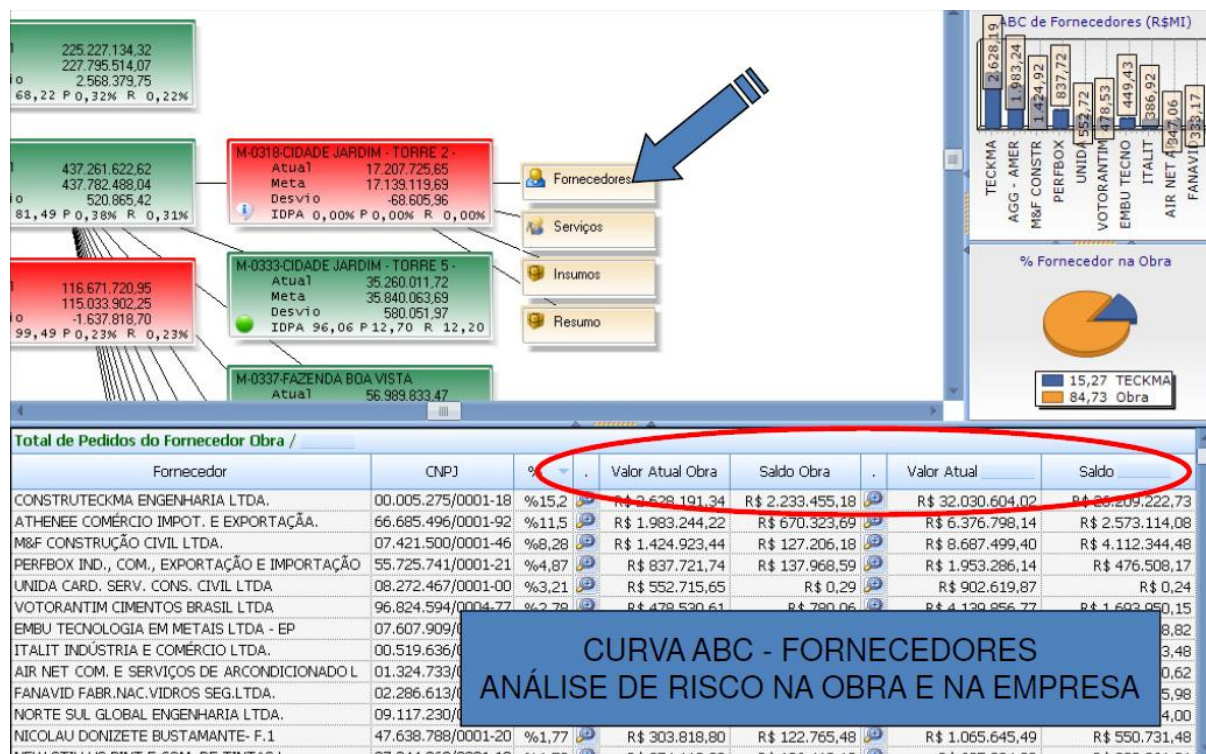


FIGURA 38: SOFTWARE MT E ANÁLISE DE RISCO
FONTE: EMPRESA C.

Já os dados de custos, suprimentos, financeiros e as ferramentas de elaboração, compatibilização e simulação dos modelos de todos os sistemas construtivos que compõem a edificação são administrados pelo MT. “O MT compila e integra os dados recebidos de BIM e Primavera e confronta com o que já tem armazenado para gerar relatórios sobre histórico de fornecedores, custos médios e critérios de pagamento já utilizados anteriormente” (gerente de planejamento) na Figura 39:

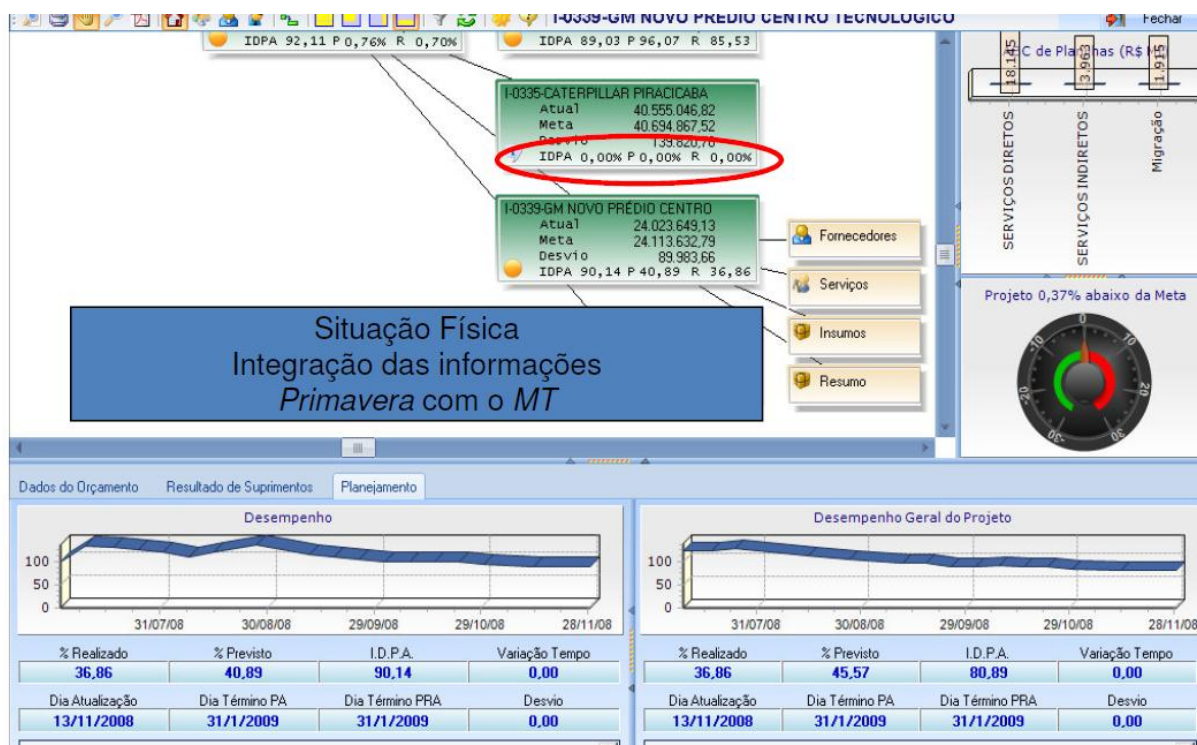


FIGURA 39: SOFTWARE MT E PRIMAVERA.
FONTE: EMPRESA C.

Figura 40, Planejamento das atividades integrado ao controle de custos, do procedimento apresentado pela gerente de planejamento. “Uma vez que o MT disponibiliza a visualização do escopo completo de cada serviço, incluindo custos, materiais e mão de obra demandados para sua execução e estado atual de andamento, o usuário da ferramenta tem acesso, ao clicar sobre o serviço, a todas as informações sobre determinado elemento, como localização, complexidades executivas em função de acesso ou altura, dentre outras” (gerente de planejamento).

FONTE: EMPRESA C.

FONTE: EMPRESA C.

Este procedimento ainda está em fase de implantação sendo, portanto um case, no momento da pesquisa, as atividades de planejamento de obras obedeciam ao processo tradicional. Sem simulações virtuais.

4.4. CICLO 2 – ESTUDO DE CASO D

O primeiro contato com quarto estudo, Caso D, foi via telefone para o agendamento de uma única reunião. A explicação do procedimento de quantificação automática realizado na sede da empresa foi apresentada por dois gerentes técnicos e o questionário foi respondido integralmente por e-mail. Como a empresa se encontrava em processo de implantação da plataforma BIM durante esta pesquisa, alguns procedimentos ainda estavam em testes e em fase de treinamento por parte da equipe através de um consultor BIM. Algumas questões do questionário foram respondidas de acordo com o procedimento atual adotado, orçamento convencional.

4.4.1. Descrição da Empresa D e a obra em estudo

O caso D é uma empresa construtora com sede na cidade de São Paulo e é atuante em todo o território nacional. Os tipos de contrato são de preço fechado ao qual faz parte de 400 Sociedades para Proposta Específica (SPEs). São obras residenciais com duração de aproximadamente dois anos. A Figura 42, abaixo apresenta o organograma da empresa.

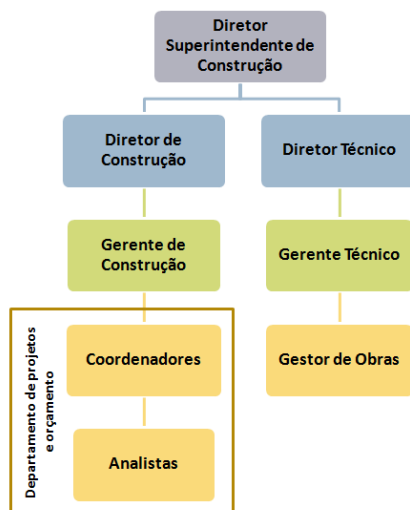


FIGURA 42: ORGANOGAMA CASO D.
FONTE: EMPRESA D.

O início da implantação BIM ocorreu através de um convite de uma empresa YZ (a fim de preservar a identidade) para integrar a um grupo de estudos de um projeto hipotético experimental. Posteriormente, a empresa

montou equipes envolvendo funcionários da construtora, projetistas terceirizados e consultores, uma para cada empreendimento e contou com apoio de entidades de classe e apoio de duas universidades.

Desenvolveu cinco projetos residenciais para testar os diferentes *softwares* BIM disponíveis no mercado: Revit, MicroStation, VectorWorks e o ArchiCAD, de modo que os coordenadores e analistas são os responsáveis pela utilização do CAD 3D, 4D e 5D. Os analistas trabalham em duplas, um engenheiro e um arquiteto, coordenando a equipe de um determinado *software*. Como exemplo, a imagem de venda e a imagem modelada Figura 43, empreendimento em Goiânia com previsão para conclusão em 2013, composto por apartamentos de um, dois e três quartos, com 58m², 81m² e 111m² respectivamente:



FIGURA 43: MODELAGEM BIM.

FONTE: EMPRESA D.

Inicialmente, não se definiram regras e diretrizes aos projetistas, estes modelaram livremente ocasionando problemas com o levantamento de quantitativos por não terem uma biblioteca de objetos padrão. Percebendo isto, além de transmitir aos projetistas as regras de modelagem, seria necessário alinhar a metodologia de trabalho dos vários departamentos envolvidos no projeto. Optou-se por padronizações em projeto como banheiros, cozinha e AS, esquadrias de madeira e alumínio, caixa de escada. A Figura 44 ilustra a modelagem de um banheiro padrão executada pela construtora. Desta forma,

as bibliotecas geradas deverão servir para todos os empreendimentos atuais e futuros.

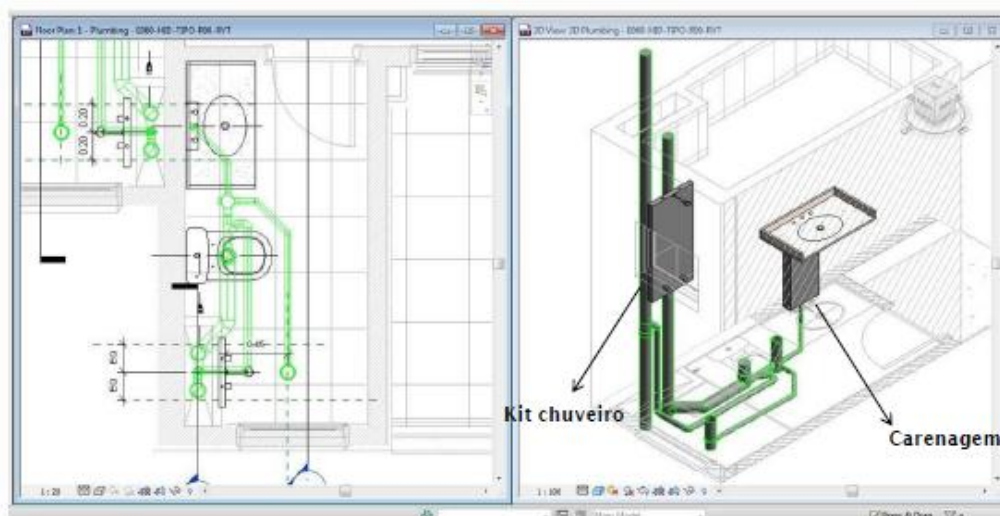


FIGURA 44: BANHEIRO PADRÃO – MODELAGEM DA BIBLIOTECA.
FONTE: EMPRESA D.

O projeto executivo é entregue ao Gestor de obra antes do início da obra totalmente coordenado de acordo com o prazo da obra, compatibilizado com o projeto legal e projetos complementares (efetuado por arquiteto terceirizado), Figura 45, além do respectivo orçamento validado pelo Gestor da Obra.

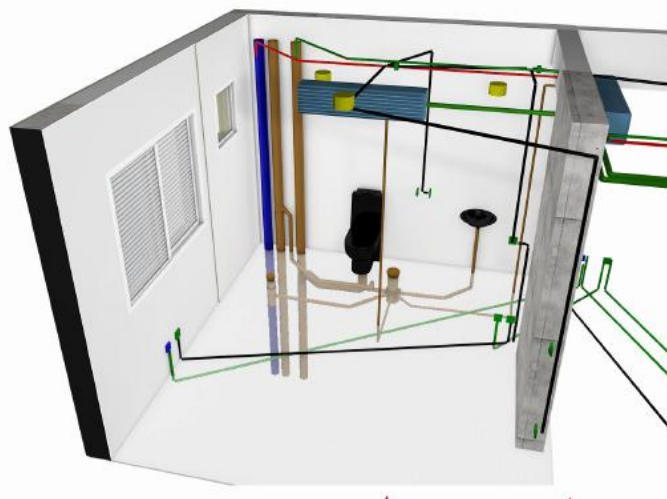


FIGURA 45: PROJETO HIDRÁULICO E ELÉTRICO EXPORTADO POR IFC, OBRA GOIÂNIA.
FONTE: EMPRESA D.

4.4.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa D

A Figura 46 mostra a troca de informações interna e externa do caso D, este mapeamento foi caracterizado por informações disponibilizados em reunião, entrevista semiestruturada e dados de apresentações de palestras divulgadas em mídia eletrônica e impressa.

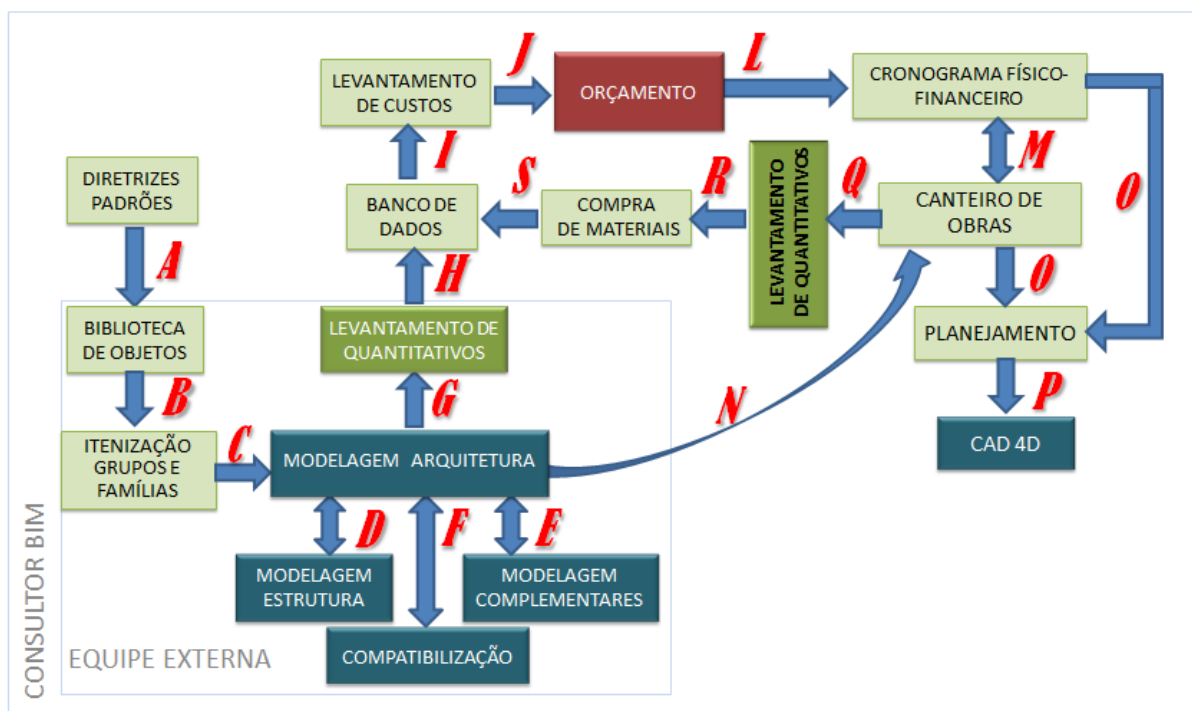


FIGURA 46: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO D.
FONTE: DA AUTORA.

A seguir, Tabela 8, análise do mapeamento do fluxo de informações.

TABELA 8: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO D.

CASO D - Fluxo de Informações					
Identificação do Fluxo	Descrição do conteúdo	Canais	Interações	Valor	Qualidade
A - Interno e destinado ao mercado	Envio de diretrizes e padrões da construtora	E-mail/reuniões	Formal transversal	Escassez	Credibilidade
B - Externo e utilizado pela organização	Modelagem da biblioteca de objetos	Revit	Formal horizontal	Aplicabilidade	Representação consistente
C - Externo e utilizado pela organização	Itemização de grupos e famílias arquitetura	Revit Architecture	Formal transversal	Aplicabilidade	Valor agregado
D - Externo e utilizado pela organização	Modelagem da Estrutura	Revit I/TQS	Formal transversal	Acessibilidade	Interpretabilidade
E - Externo e utilizado pela organização	Modelagem dos projetos complementares	Revit	Formal transversal	Acessibilidade	Integridade
F - Externo e utilizado pela organização	Compatibilização dos projetos	Navisworks e Navigator.	Formal transversal	Exatidão	Credibilidade
G - Interno e utilizado pela organização	Levantamento de quantitativos	Revit	Formal horizontal	Exatidão	Credibilidade
H- Interno e utilizado pela organização	Dados tabelados	MS Excel	Formal horizontal	Exatidão	Acuracidade
I- Interno e utilizado pela organização	Levantamento de custos	SAP	Formal horizontal	Oportunidade	Temporalidade
J- Interno e utilizado pela organização	Planilha Orçamentária	MS Excel	Formal horizontal	Acessibilidade	Integridade
L- Interno e utilizado pela organização	Cronograma Físico-Financeiro	MS Excel	Formal horizontal	Aplicabilidade	Acuracidade
M- Interno e utilizado pela organização	Atualização Cronograma Físico-Financeiro	MS Excel	Formal horizontal	Oportunidade	Temporalidade
N- Interno e utilizado pela organização	Visualização dos projetos	SAP	Formal horizontal	Acessibilidade	Acessibilidade
N- Interno e utilizado pela organização	Planejamento de Obras	MS Project	Formal horizontal	Aplicabilidade	Integridade
O- Interno e	Teste com 4D	Synchro	Formal	Aplicabilidade	Valor agregado

utilizado pela organização			horizontal		
P- Interno e utilizado pela organização	Levantamento de Quantitativos - convencional	AUTOCAD 2D	Formal horizontal	Oportunidade	Acuracidade
Q- Interno e utilizado pela organização	Pedido de compra de materiais	SAP	Formal horizontal	Envolvimento	Relevância
R- Interno e destinado ao mercado	Atualização no banco de dados	SAP	Formal horizontal	Oportunidade	Temporalidade

FONTE: DA AUTORA.

A partir dos dados de entrada e saída de cada fluxo de informação tem-se a análise baseada nos princípios do IDEF0 na Figura 47.

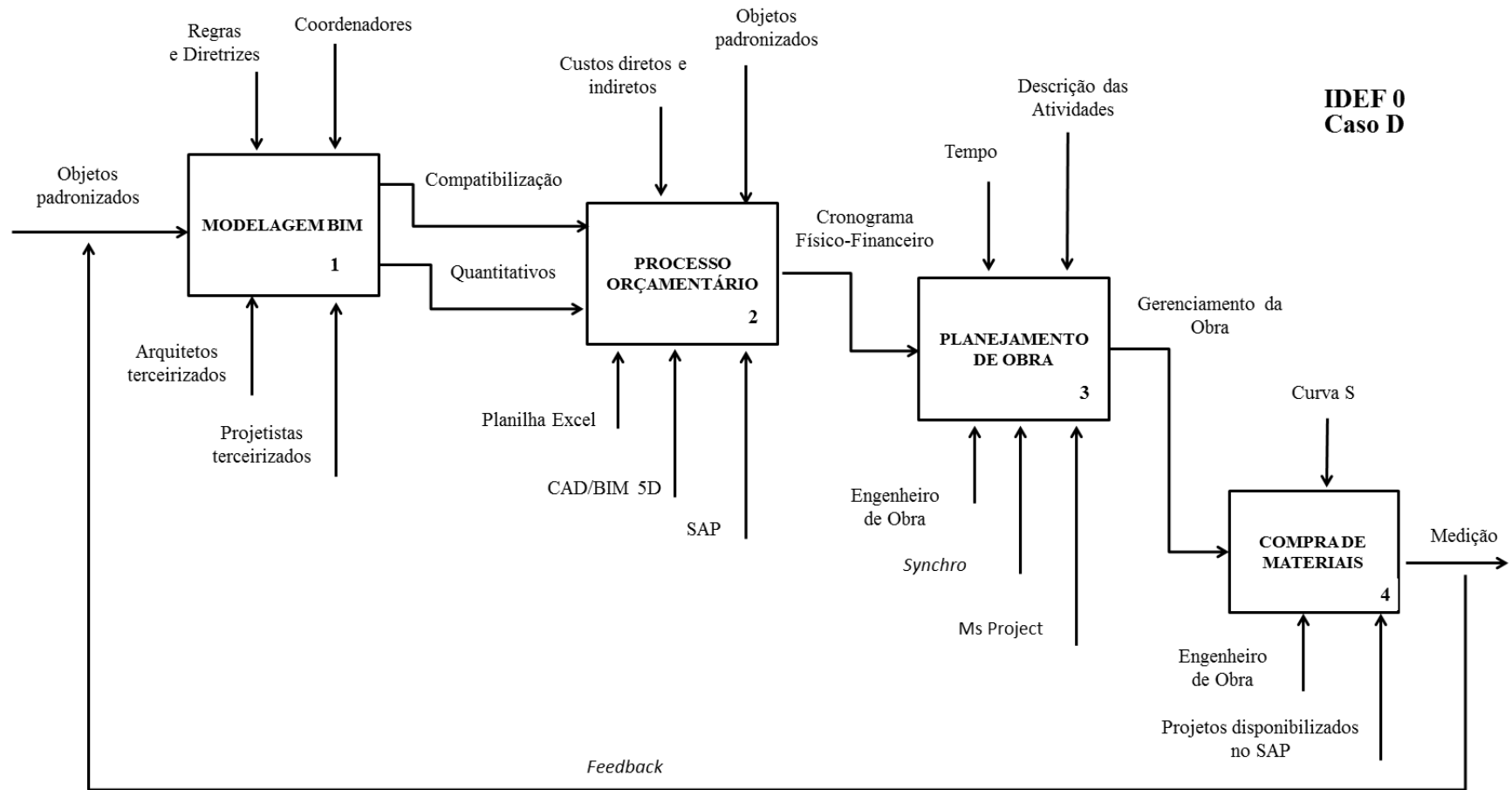


FIGURA 47: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES CASO D.
FONTE: DA AUTORA.

As diretrizes e as padronizações de projetos, incluindo bibliotecas de objetos, são enviadas a cada equipe pelo seu respectivo coordenador para a modelagem da arquitetura em BIM. Concluída a arquitetura, a próxima etapa é o projeto de estrutura em CAD/TQS utilizado pelas cinco equipes, posteriormente ou sucessivamente, os projetos complementares. Como exemplo, a obra em Goiânia: arquitetura – Revit Architecture; Estruturas – Revit Structural/TQS; Instalações – Revit MEP; EPA – Revit MEP; Alvenaria Modulada – Revit Architecture. O arquiteto projetista é responsável pela compatibilização dos projetos.

O levantamento de quantitativos, extraídos por empresa terceirizada são tabelados em planilha Excel baseados no projeto pré-executivo (efetuados antes do lançamento do empreendimento), nele as informações são as necessárias para a segurança do custo orçado e os preços são oriundos da área de suprimentos. A quantificação de insumos, mão-de-obra e equipamentos no BIM ainda esta em fase de desenvolvimento.

O cronograma físico de atividades é efetuado pela equipe interna de orçamento e é atualizado mensalmente pelo Gestor de obras. A visualização de projetos e orçamento é através do *software* ERP - SAP. O caso D fez uma pré-análise em caráter experimental da sequência construtiva com o *software* Synchro. O programa interligou o cronograma feito no MS Project aos elementos do modelo e gerou um vídeo que simula o desenvolvimento da obra ao longo do tempo.

Mensalmente a obra ao fazer seus pedidos de compras junto ao departamento de suprimentos confere o levantamento de quantitativos, este procedimento é o tradicional realizado pela empresa sem a implantação do BIM. Os dados vindos do canteiro de obras podem ser atualizados no banco de dados das bibliotecas de objetos.

4.4.3. Produto orçamento da obra - da Empresa D

A codificação /itemização do orçamento é feita através de grupos e famílias de serviços e materiais. A Figura 48 exemplifica a extração automática

dos quantitativos contendo área e volume, quando o desenho é modificado os quantitativos são atualizados automaticamente.

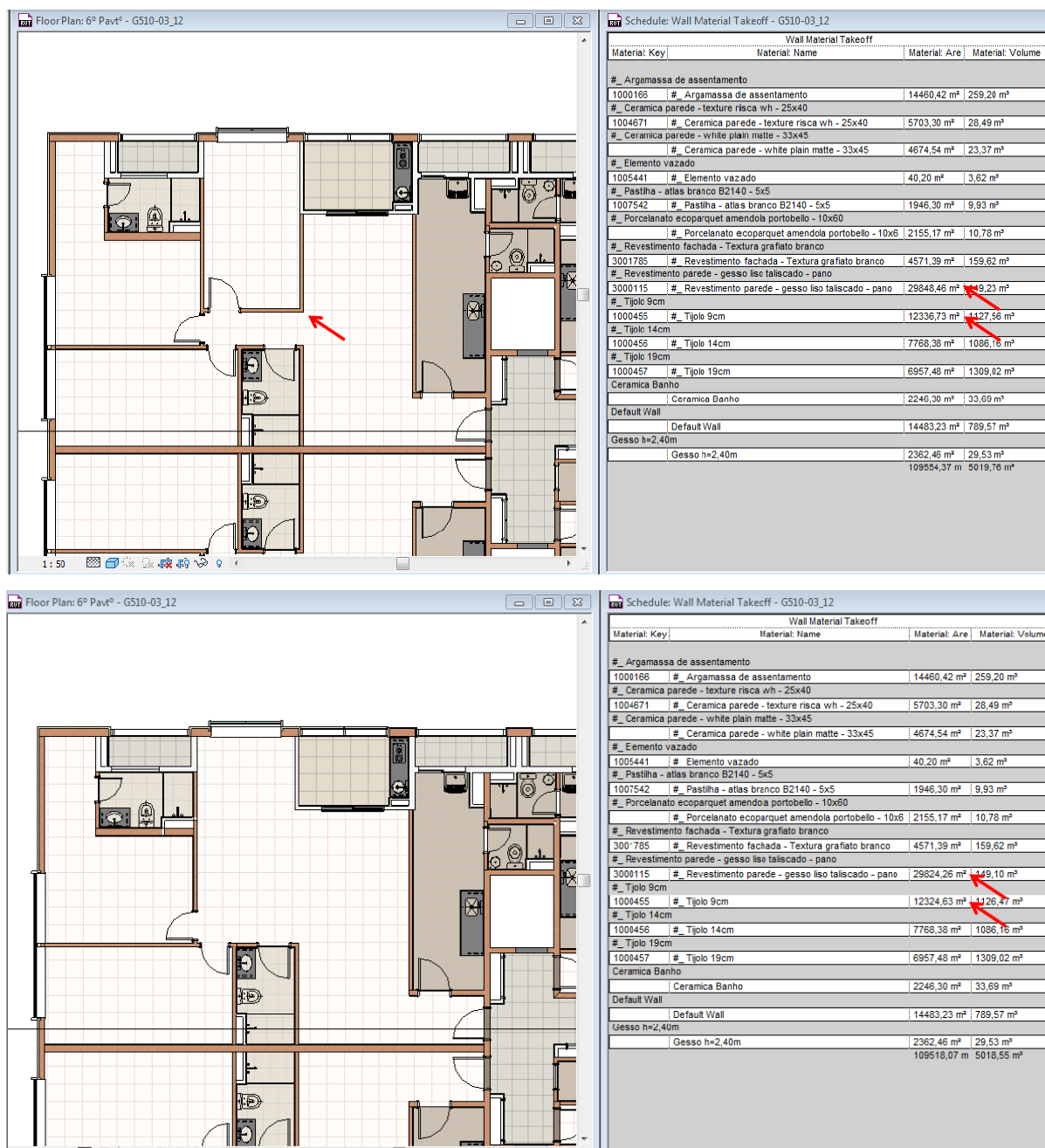


FIGURA 48: DEMONSTRAÇÃO DE LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS- CASO D.
FONTE: CASO D.

A retroalimentação do banco de dados é feita mensalmente pela área de suprimentos que divulga os preços praticados e os índices com base nas informações vindas das obras. Um dos objetivos futuros é permitir que o projeto paramétrico e o orçamento trocassem informações com o sistema SAP, Figura

49, com o qual toda a área de suprimentos trabalha. Na pós-obra, o modelo deverá ser manuseado pela Área de Assistência Técnica que trabalhará de forma preventiva bem como corretivas.

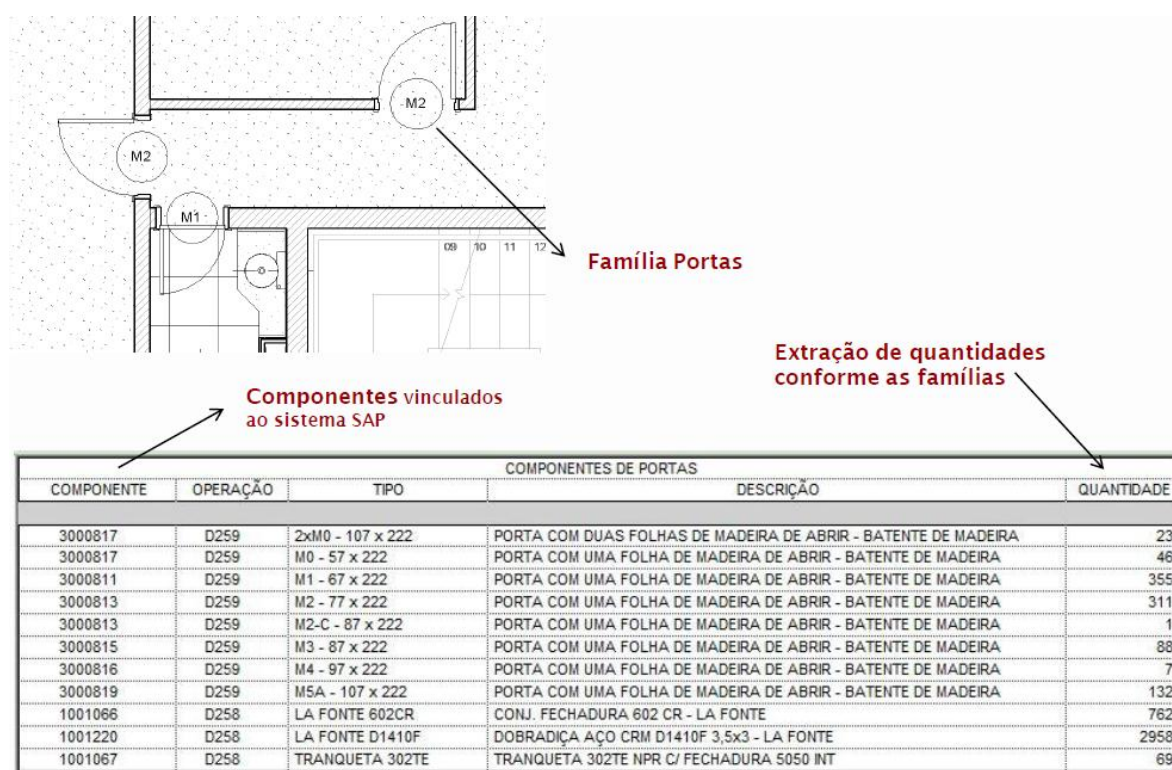


FIGURA 49: EXTRAÇÃO DE QUANTIDADES CONFORME AS FAMÍLIAS.
FONTE: EMPRESA D.

Nos objetos, até mesmo a nomenclatura dos insumos precisa estar unificada desde o projeto até o departamento de suprimentos, para que a lista de materiais extraída do modelo seja eficiente. A empresa está, aos poucos, alimentando os projetistas com essas informações. "A partir disso saberemos, por exemplo, se a incorporadora conta as soleiras por unidade ou por metro linear; se compra o *drywall* por metro quadrado ou por placa. Isto foi um desafio para a equipe: criar uma estrutura de dados que todos sigam", afirma uma das arquitetas projetista.

4.5. CICLO 2 – ESTUDO DE CASO E

O quinto caso, caso E, teve como condução do estudo os pontos principais do roteiro em uma única reunião presencial, além da utilização de dados de uma apresentação divulgada em mídia eletrônica. O questionário não

foi aplicado por ser uma situação não frequente, apenas um teste de quantificação automática.

Assuntos abordados pontualmente do roteiro:

- A empresa: situação geográfica, tipos de obra e estrutura organizacional;
- Processo de orçamento: quem faz e como é feito a gestão de custos;
- Produto orçamento: conhecer as particularidades do teste aplicado;
- Dados do orçamento: Evidencias e pontos fortes apresentados;
- Processo de projeto e a tecnologia da informação: como são elaborados os projetos e a troca de informações entre os participantes do processo;

4.5.1. Descrição da empresa E a obra em estudo

O caso E está fundamentado nas análises de projetos e orçamento de um setor público da cidade de São José dos Pinhais que tem como foco obras urbanas públicas. A Figura 50 apresenta o organograma:

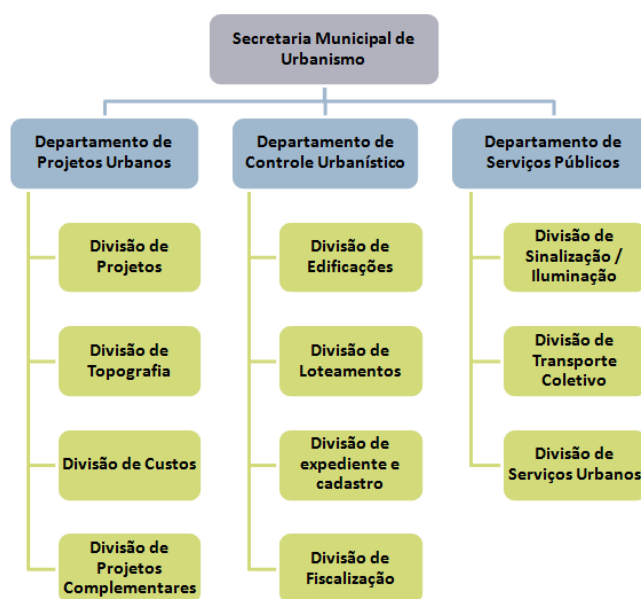


FIGURA 50: ORGANOGRAMA DO CASO E.
FONTE: CASO E.

Até 2009, os projetos eram contratados, em seguida, os projetos passaram a ser elaborados pelo departamento de projetos deste setor público. O intuito é estabelecer um modelo de produção para todos os projetos

desenvolvidos internamente apesar dos prazos apertados e equipes reduzidas. As fases do projeto são apresentadas na Figura 51, onde é possível perceber que os projetos de arquitetura (anteprojeto e projeto executivo) são desenvolvidos com uso da modelagem BIM e os demais projetos, assim como, os memoriais e orçamento utilizam parcialmente a ferramenta BIM.

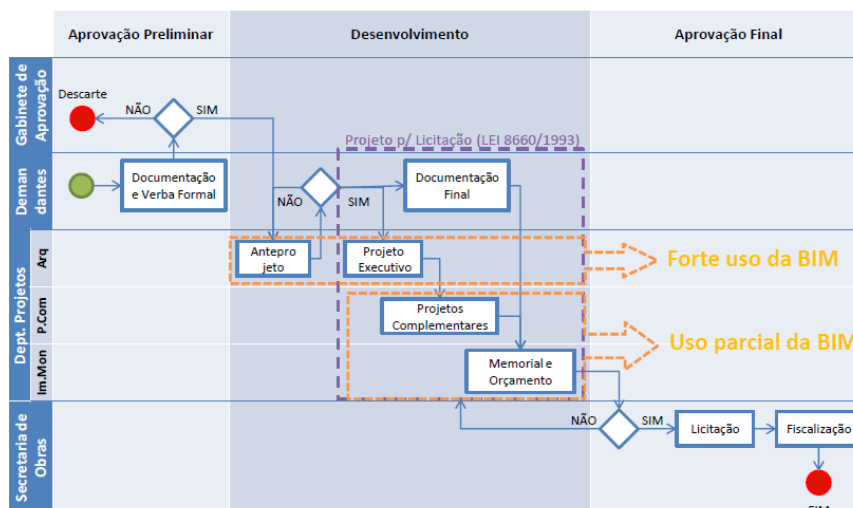


FIGURA 51: MAPEAMENTO E ANÁLISE NO DEPARTAMENTO DE PROJETOS.
FONTE: SCHEER, 2010.

O projeto arquitetônico é desenvolvido internamente com a utilização do *software* ArchiCAD 13. A Figura 52 é a modelagem completa da arquitetura:



FIGURA 52: PROJETO DE ARQUITETURA DESENVOLVIDA TOTALMENTE NO ARCHICAD.
FONTE: ESTUDO E.

Os projetos complementares são desenvolvidos em AutoCAD 2D pela divisão de projetos complementares e o orçamento convencional é feito com o *software* Volare efetuado pela divisão de custos. Apesar de existir interoperabilidade entre o *software* de arquitetura e orçamento, as quantificações não são geradas automaticamente, o método utilizado é o

levantamento de quantitativos convencional justificativo pelo fator tempo, apesar de já existirem estudos iniciais com estimativa baseada no modelo arquitetônico, estes testes de relacionamento tiveram início em 2011 e os próximos passos para o BIM são:

- Implantação de servidor de modelos BIM;
- Utilização de ferramentas BIM de projetos complementares;
- Integração dos modelos com a base de dados do Volare;

Como os projetos públicos passam por processos de licitações, a arquitetura que foi modelada em BIM é convertida para o formato DXF para que todos os outros projetistas e empreiteiros tenham a interoperabilidade em seus sistemas já que o mercado ainda não absorveu este conceito. Restringir as licitações a usuários de BIM seria uma forma de privilégio.

4.5.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa E

O mapeamento do fluxo de informações, Figura 53, foi caracterizado pelos dados disponibilizados pelo diretor do departamento (divisão) de projetos do teste realizado de orçamento Expresso realizado com a parceria da Pini.

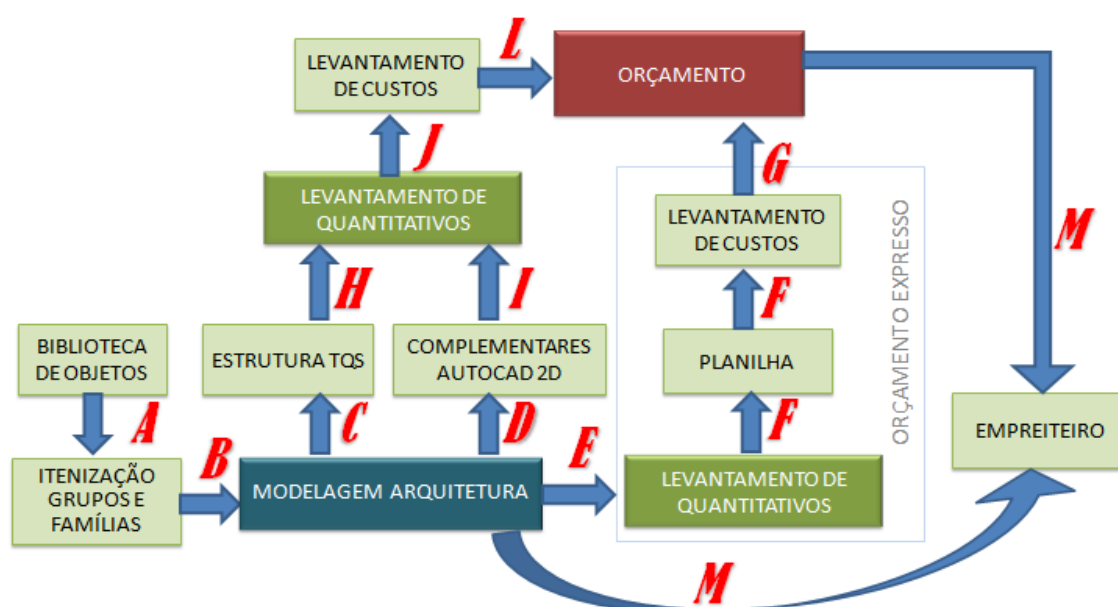


FIGURA 53: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO E.
FONTE: DA AUTORA.

A seguir, Tabela 9, análise do mapeamento do fluxo de informações.

TABELA 9: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO E.

CASO E - Fluxo de Informações					
Identificação do Fluxo	Descrição do conteúdo	Canais	Interações	Valor	Qualidade
A - Interno e utilizado pela organização	Modelagem de objetos	ArchiCAD	Formal horizontal	Aplicabilidade	Relevância
B - Interno e utilizado pela organização	Itemização grupos e famílias / modelagem da arquitetura	ArchiCAD	Formal horizontal	Envolvimento	Acuracidade
C - Interno e utilizado pela organização	Projeto de Estrutura	TQS	Formal horizontal	Acessibilidade	Interpretabilidade
D- Interno e utilizado pela organização	Projetos complementares	AUTOCAD 2D	Formal horizontal	Acessibilidade	Interpretabilidade
E - Externo e utilizado pela organização	Levantamento de Quantitativos - arquitetura	Orçamento Expresso	Formal transversal	Exatidão	Credibilidade
F - Externo e utilizado pela organização	Estimativa / Planilha de Custo	Volare + Excel	Formal horizontal	Acessibilidade	Objetividade
G - Externo e utilizado pela organização	Planilha orçamentária (itens arquitetura)	Volare	Formal transversal	Acessibilidade	Interpretabilidade
H - Interno e utilizado pela organização	Levantamento de Quantitativo projeto estrutural	Quadro resumo	Formal horizontal	Envolvimento	Representação consistente
I - Interno e utilizado pela organização	Levantamento de Quantitativos projetos complementares	Quadro resumo	Formal horizontal	Envolvimento	Representação consistente
J - Interno e utilizado pela organização	Levantamento de custo	Volare	Formal horizontal	Oportunidade	Acuracidade
L - Interno e utilizado pela organização	Planilha Orçamentária	Volare	Formal horizontal	Envolvimento	Objetividade
M- Interno e destinado ao mercado	Edital	DXF e Excel	Formal transversal	Envolvimento	Integridade

FONTE: DA AUTORA.

A partir dos dados de entrada e saída de cada fluxo de informação tem-se a análise baseada nos princípios do IDEF0 na Figura 54.

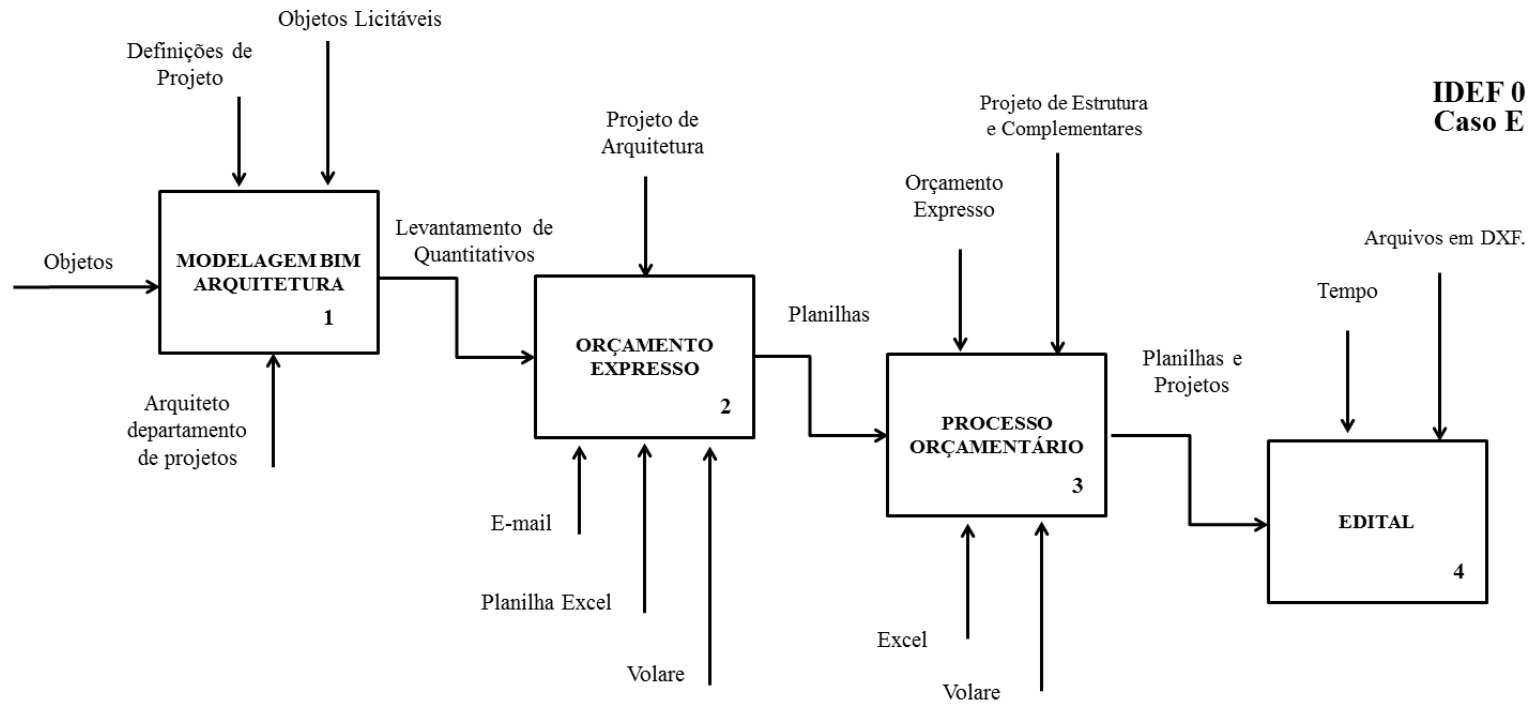


FIGURA 54: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES CASO A.
FONTE: DA AUTORA.

A partir de definições padrões de projeto, as bibliotecas de objeto foram adaptadas pela equipe de arquitetos estabelecendo relações com objetos licitáveis. Depois de concluído o modelo completo arquitetônico em ArchiCAD, o projetista de estrutura projeta em CAD/TQS e os projetos complementares são desenvolvido em AutoCAD 2D, o arquivo recebido possui formato DXF. As quantificações dos projetos complementares são fornecidas através de quadros resumos na própria prancha de projeto.

Utilizou-se o Orçamento Expresso da Pini como teste para a extração de quantitativos apenas do modelo arquitetônico. O recebimento é em arquivo compatível Volare e planilhas Excel. Estes dados são inseridos na planilha orçamentária do departamento de orçamento juntamente com os dados dos quadros resumos do projeto de estrutura e dos projetos complementares. Quando finalizados, o projeto executivo arquitetônico e projetos complementares são enviados ao empreiteiro vencedor da licitação em arquivos DXF e dados necessários.

4.5.3. Produto orçamento da obra - Empresa E

Existem duas maneiras para a realização do Orçamento Expresso, a primeira é preencher o formulário disponibilizado no site (www.piniweb.com/orcamentoexpresso) e a segunda é o envio do projeto de arquitetura por e-mail, Figura 55:

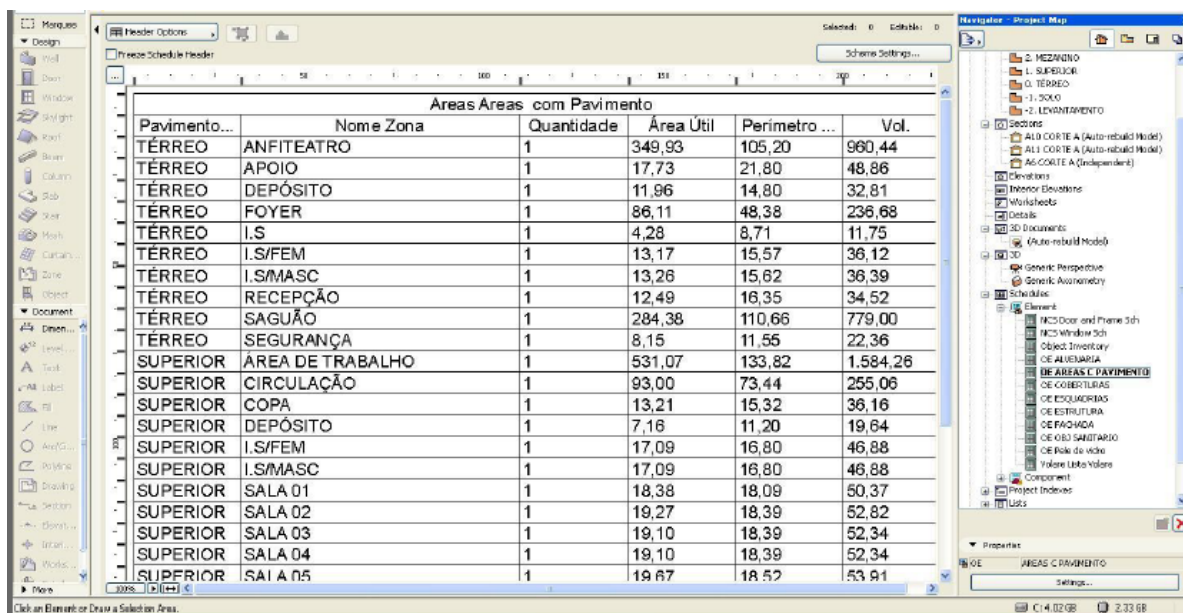


FIGURA 55: EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DO MODELO.
FONTE: ESTUDO E.

O processo iniciou-se com a segunda opção, o envio do projeto foi por e-mail para análise da Pini. Correções de modelagem, como definição de áreas, foram exigidas para a correta extração de quantitativo, exemplo Figura 56 e Figura 57.

Incluir Serviço

Excluir Serviço

Salvar Orçamento

?

☐ Ocultar serviços sem quantidade. ☐ Exibir critérios e considerações.

Obra : Centro Administrativo

Base de preços: São Paulo

outubro-10

Código	Descrição	Un	Quant.	Preço unitário		Total	Total Geral
				Material	M. Obra		
Totais da Obra :				2.312.581,08	1.283.245,91	3.515.747,99	
1	SERVIÇOS PRELIMINARES			180.132,86	9.269,50	189.402,36	
1.1	Demolições / Limpeza do terreno						
1.1.1	Demolição de edificação	m2			96,44	96,44	
1.1.2	Demolição de muro	m3			34,33	34,33	
1.1.3	Remoção de entulho	m3		4,46	10,79	15,25	
1.1.4	Limpeza do terreno	m2			2,55	2,55	
1.2	Projetos			172.270,00		172.270,00	
1.2.1	Projetos de Arquitetura	cj	1,00	86.135,00		86.135,00	
1.2.2	Projetos de Fundação e Estrutura	cj	1,00	51.681,00		51.681,00	
1.2.3	Projetos de Instalações	cj	1,00	34.454,00		34.454,00	
1.3	Canteiro			7.862,86	9.269,50	17.132,36	
1.3.1	Barracão provisório em chapas de madeira comp.	m2	35,00	128,82	167,85	296,67	10.383,45
1.3.2	Ligacao provisória hidro-sanitária, luz e força	un	1,00	1.938,65	955,09	2.893,74	2.893,74
1.3.3	Tapume em chapa comp. resinada com pintura	m2		19,18	17,93	37,11	
1.3.4	Gabarito pra locação da obra	m2	832,65	1,70	2,93	4,63	3.855,17
2	DESPESAS GERAIS			53.768,80	426.470,00	480.238,80	
2.1	Administração da obra (Com Encargos Sociais de Mensalistas)			403.785,24		403.785,24	
2.1.1	Engenheiro	mês	12,00	12.946,81		12.946,81	155.361,72
2.1.2	Estagiário	mês	12,00	1.851,39		1.851,39	22.216,68
2.1.3	Mestre de Obras	mês	12,00	5.826,07		5.826,07	69.912,84
2.1.4	Encarregado	mês	24,00	3.495,64		3.495,64	83.895,36
2.1.5	Apointador	mês	12,00	1.398,26		1.398,26	16.779,12
2.1.6	Almoxarife	mês	12,00	1.398,26		1.398,26	16.779,12
2.1.7	Vigias	mês	24,00	1.618,35		1.618,35	38.840,40
2.2	Consumos			30.056,40		30.056,40	
2.2.1	Luz, água e esgoto	mês	12,00	798,60		798,60	9.583,20
2.2.2	Telefone, comunicação	mês	12,00	399,30		399,30	4.791,60
2.2.3	Material de expediente, cópias e caixa de obra	mês	12,00	363,00		363,00	4.356,00
2.2.4	Carretos e transportes diversos	mês	12,00	326,70		326,70	3.920,40
2.2.5	Carga e descarga de material	mês	12,00	326,70		326,70	3.920,40
2.2.6	Conservação e limpeza permanente	mês	12,00	290,40		290,40	3.484,80

Pronto

2.312.581,08

2.312.581,08

2.312.581,08

Resumo

Orçamento

Considerações

Curva ABC

Relatório de Totais

Relatório de Materiais

FIGURA 56: ORÇAMENTO EXPRESSO PINI.
FONTE: ESTUDO E.

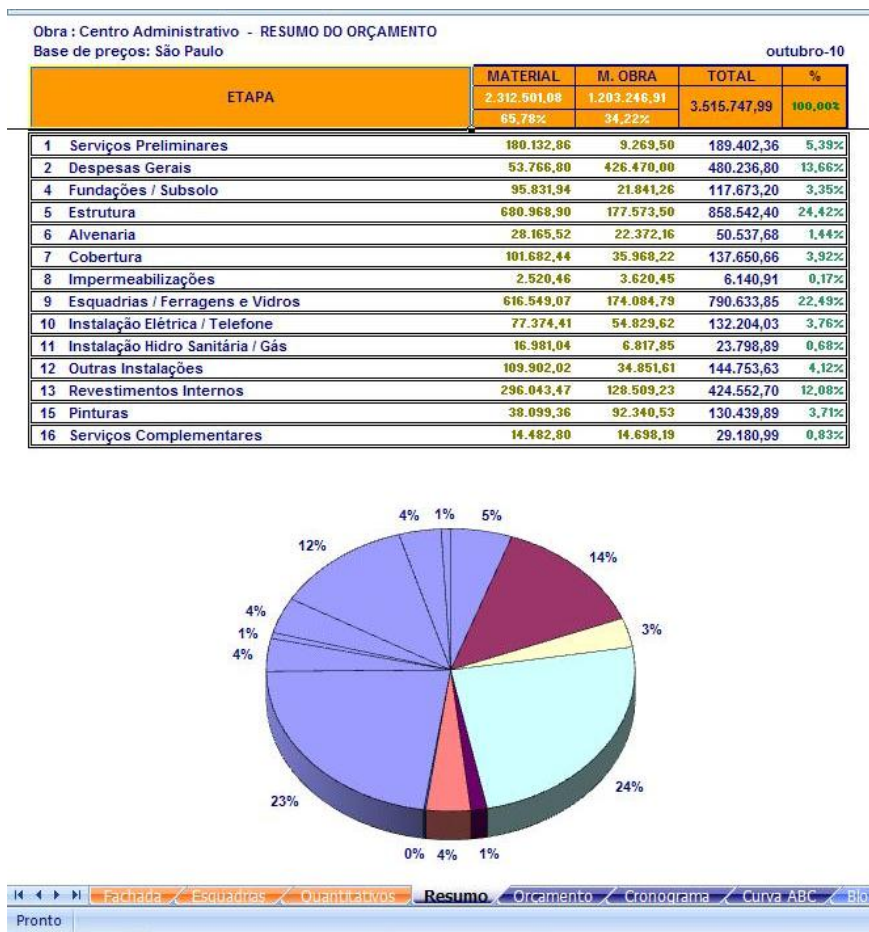


FIGURA 57: ORÇAMENTO EXPRESSO PINI – RESUMO DO ORÇAMENTO.
FONTE: ESTUDO E.

Após correções de projeto, a planilha em formato MS Excel foi enviada por e-mail como mostra a Figura 58.

N38

fx

Pintura acrílica com emassamento

Alterar especificações

?

Explicações:

Alterando os campos em amarelo, as planilhas de Resumo, Orçamento, Cronograma e Curva ABC serão modificadas.

Obra : Centro Administrativo

Especificações por Cômodo

Total da obra :

3.515.747,99

Revestimentos

Pintura interna : 112.894,89

Cômodo

Pavimento

Nome

Q

Área

Perímetro

PD

Pisos

Rodapé

Tetos

Paredes

197.504,24

42.568,78

92.623,24

87.704,06

TÉRREO	ANFITEATRO	1	349,93	105,20	2,74	Ceramica acabamento padrão	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
TÉRREO	APOIO	1	17,73	21,80	2,76	Ceramica acabamento padrão	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
TÉRREO	DEPÓSITO	1	11,96	14,80	2,74	Ceramica acabamento padrão	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
TÉRREO	FOYER	1	86,11	48,38	2,75	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
TÉRREO	IS	1	4,28	8,71	2,75	Ceramica acabamento padrão	Sem Rodapé	Gesso com pintura PVA e massa	Azelejos 15 x 15cm
TÉRREO	IS/FEM	1	13,17	15,57	2,74	Ceramica acabamento padrão	Sem Rodapé	Gesso com pintura PVA e massa	Azelejos 15 x 15cm
TÉRREO	ISMASC	1	13,26	15,62	2,74	Ceramica acabamento padrão	Sem Rodapé	Gesso com pintura PVA e massa	Azelejos 15 x 15cm
TÉRREO	RECEPÇÃO	1	12,49	16,35	2,76	Ceramica acabamento superior	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
TÉRREO	SAGUÃO	1	284,38	110,66	2,74	Ceramica acabamento superior	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
TÉRREO	SEGURANÇA	1	8,15	11,55	2,74	Ceramica acabamento superior	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
SUPERIOR	ÁREA DE TRABALHO	1	531,07	133,82	2,98	Ceramica acabamento superior	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
SUPERIOR	CIRCULAÇÃO	1	93,00	73,44	2,74	Ceramica acabamento superior	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
Vários	COPA	2	13,21	15,32	2,74	Ceramica acabamento superior	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
Vários	DEPÓSITO	2	7,16	11,20	2,74	Ceramica acabamento superior	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
Vários	IS/FEM	2	17,09	16,80	2,74	Ceramica acabamento padrão	Sem Rodapé	Gesso com pintura PVA e massa	Azelejos 15 x 15cm
Vários	ISMASC	2	17,09	16,80	2,74	Ceramica acabamento padrão	Sem Rodapé	Gesso com pintura PVA e massa	Azelejos 15 x 15cm
SUPERIOR	SALA 01	1	18,38	18,09	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
SUPERIOR	SALA 02	1	19,27	18,39	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
SUPERIOR	SALA 03	1	19,10	18,39	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
SUPERIOR	SALA 04	1	19,10	18,39	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
SUPERIOR	SALA 05	1	19,67	18,52	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
SUPERIOR	SALA 06	1	19,12	18,39	2,74	Ceramica acabamento padrão	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
SUPERIOR	SALA REUNIÃO	1	39,39	25,19	2,74	Ceramica acabamento padrão	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
MEZANINO	CIRCULAÇÃO	1	110,11	103,12	2,75	Ceramica acabamento padrão	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
MEZANINO	RECEPÇÃO E APOIO	1	34,48	24,02	2,74	Ceramica acabamento padrão	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
MEZANINO	SALA DIRETOR 1	1	18,35	18,07	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
MEZANINO	SALA DIRETOR 2	1	19,25	18,37	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
MEZANINO	SALA DIRETOR 3	1	19,06	18,36	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
MEZANINO	SALA DIRETOR 4	1	19,07	18,37	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
MEZANINO	SALA DIRETOR 5	1	19,63	18,50	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
MEZANINO	SALA DIRETOR 6	1	19,09	18,37	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
MEZANINO	SALA SECRETÁRIO	1	37,12	25,37	2,74	Tábuas corridas	Madeira	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento
CAIXA D'ÁGUA	CAIXA D'ÁGUA	1	68,00	33,60	2,74	Ceramica acabamento superior	Ceramico	Gesso com pintura PVA e massa	Pintura acrílica com emassamento

Quantitativos

Resumo

Orçamento

Cronograma

Curva ABC

Bloco de Votos

Bloco de Planilhas

Pronto

Clique para alterar o tipo de revestimento de parede

FIGURA 58: ORÇAMENTO EXPRESSO PINI – ESPECIFICAÇÕES POR CÔMODO.

FONTE: ESTUDO E.

Com os valores apresentados pelo orçamento Expresso é possível verificar a viabilidade econômica para a execução do projeto. Caso o orçamento tenha estourado, revisões poderão ser feitas nesta etapa de anteprojeto. Constatado a viabilidade do empreendimento, o orçamento é detalhado pelo departamento de orçamento com a utilização do software Volare. A continuação do orçamento volta ao processo tradicional de quantificação dos projetos complementares utilizando quadro resumo disponíveis nas pranchas de projeto. Como o departamento de orçamento divide a mesma sala com os projetistas (projetos complementares) e o departamento de arquitetura fica próximo, as dúvidas são facilmente sanadas informalmente, para enfim, ocorrer o processo de licitação.

4.6. CICLO 2 – ESTUDO DE CASO F

O estudo F foi realizado totalmente à distância com esclarecimentos e o preenchimento do questionário totalmente por e-mail. Foi caracterizado por informações e dados disponibilizados pelo diretor, apresentações de palestras e a aplicação do questionário semiestruturado de uma empresa prestadora de serviços técnicos em orçamento e planejamento de obra (predial, urbano, hospitalar e aeroportos) situada na cidade de São Paulo com atuação em todo o território nacional.

4.6.1. Descrição da Empresa F e a obra em estudo

A empresa se estrutura conforme a Figura 59, de tal forma que o departamento de orçamento e o departamento de projetos estão totalmente interligados através da rede de computadores – *team work*.

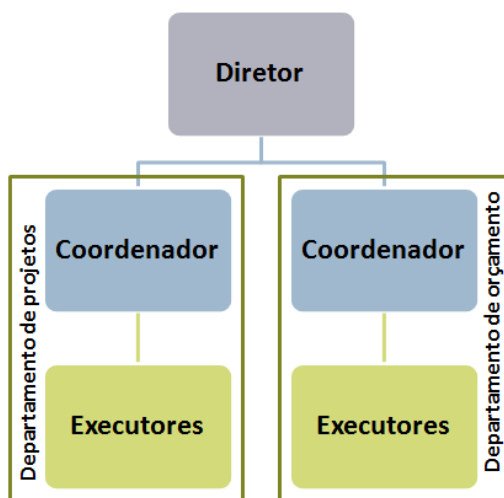


FIGURA 59: ORGANOGRAMA DO ESTUDO F.
FONTE: DA AUTORA.

A implantação do *software* ArchiCAD já é existente na empresa há mais de seis anos. Segundo o diretor, esta ferramenta evita a fase desgastante de interpretação dos memoriais descritivos, principalmente no projeto estrutural, pois as descrições já estão contidas nos projetos como elementos construtivos.

4.6.2. Fluxo e trocas de informações entre os participantes da Empresa F

Com as informações utilizadas e disponibilizadas a Figura 60 representa um esquema do fluxo de informação. Neste mapeamento, analisou-se também, a participação dos diferentes processos realizados por departamentos distintos dentro e fora da empresa.

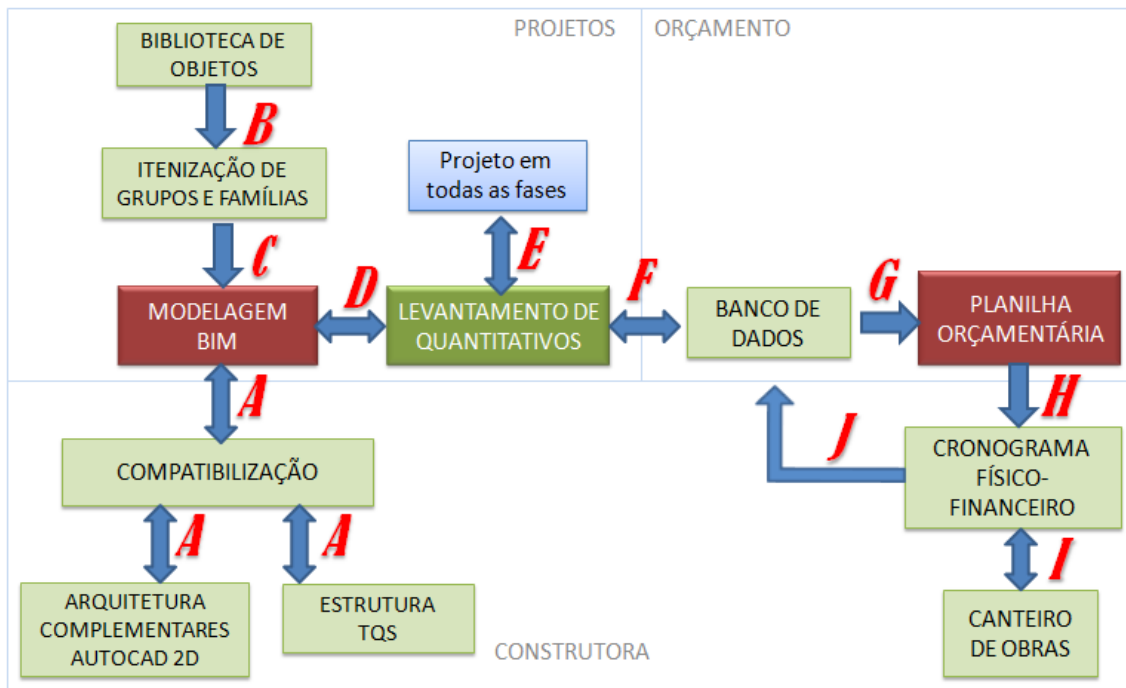


FIGURA 60: MAPEAMENTO DE FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO F.
FONTE: DA AUTORA.

A seguir, Tabela 10, análise do mapeamento do fluxo de informações.

TABELA 10: ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES – CASO F

CASO F - Fluxo de Informações					
Identificação do Fluxo	Descrição do conteúdo	Canais	Interações	Valor	Qualidade
A - Interno e utilizado pela organização	Projeto de estrutura / complementares	TQS / AUTOCAD 2D	Formal transversal	Acessibilidade	Interpretabilidade
B - Interno e utilizado pela organização	Modelagem da biblioteca de objetos	ArchiCAD	Formal Horizontal	Aplicabilidade	Relevância
C - Interno e utilizado pela organização	Itemização de grupos e famílias	ArchiCAD	Formal Horizontal	Aplicabilidade	Valor agregado
E - Externo e utilizado pela organização	Modelagem dos proj. complementares	ArchiCAD	Formal diagonal	Envolvimento	Acuracidade
G - Interno e utilizado pela organização	Levantamento de Quantitativos	ArchiCAD	Formal horizontal	Exatidão	Credibilidade
H- Interno e utilizado pela organização	Dados tabelados	Banco de dados	Formal horizontal	Exatidão	Acuracidade
J - Interno e utilizado pela organização	Planilha Orçamentária	Tron-orc RMORCA/Volar e	Formal horizontal	Envolvimento	Integridade
L- Interno e utilizado pela organização	Cronograma Físico-Financeiro	MS Project	Formal horizontal	Aplicabilidade	Integridade
M- Interno e utilizado pela organização	Atualização Cronograma Físico-Financeiro	MS Project	Formal transversal	Oportunidade	Temporalidade
N- Interno e utilizado pela organização	Visualização dos projetos	ArchiCAD ou PDF	Formal transversal	Acessibilidade	Acessibilidade
O- Interno e utilizado pela organização	Planejamento de Obra	MS Project	Formal transversal	Aplicabilidade	Integridade

FONTE: DA AUTORA.

A partir dos dados de entrada e saída de cada fluxo de informação tem-se a análise baseada nos princípios do IDEF0 na Figura 61.

IDEF 0 **Caso F**

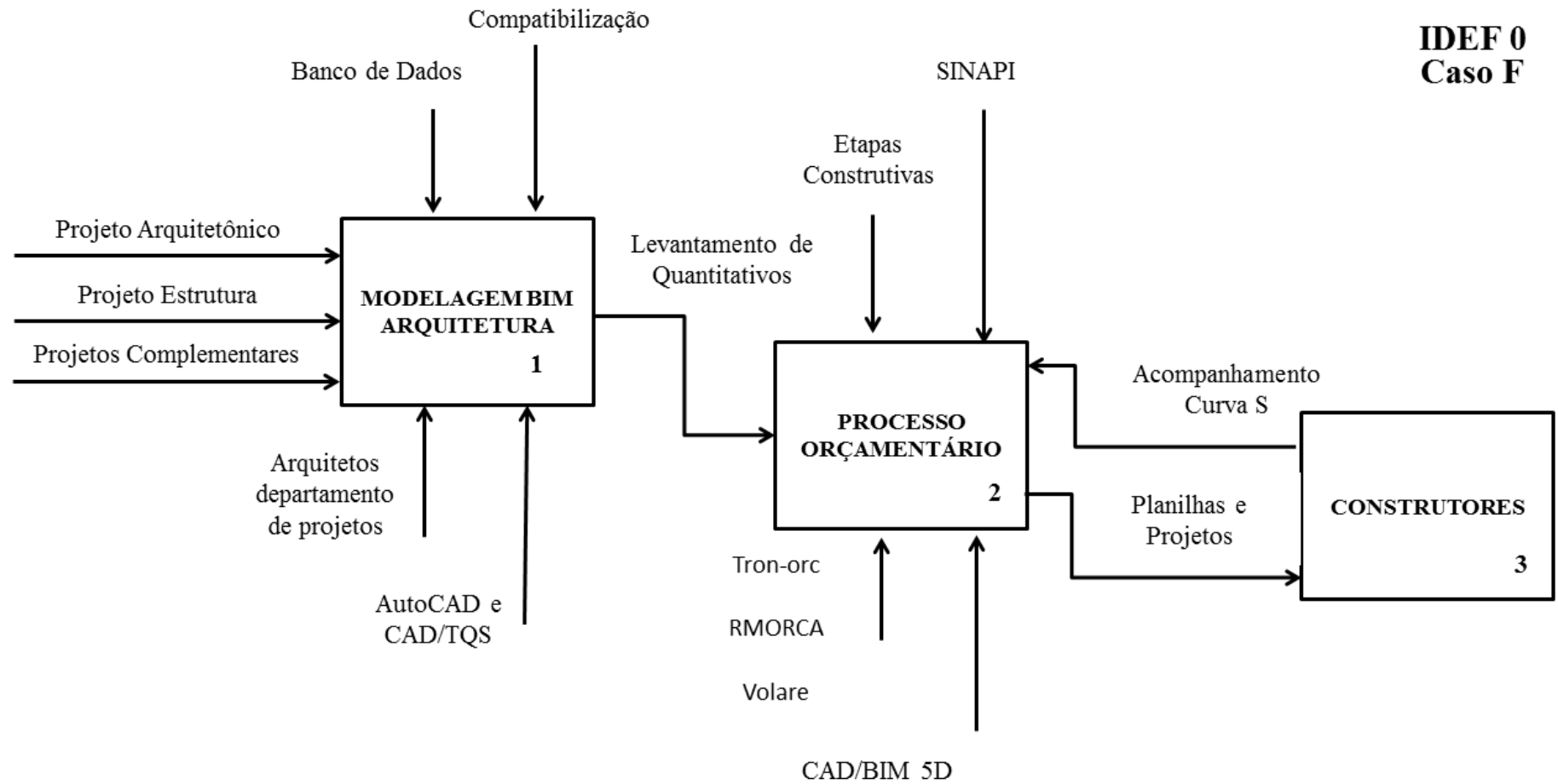


FIGURA 61: ANÁLISE IDEF0 DO FLUXO DE INFORMAÇÕES CASO F.
FONTE: DA AUTORA.

Depois que é contratada para a prestação de serviços, a empresa recebe os projetos em AutoCAD 2D, tanto projeto arquitetônico quanto projetos complementares devidamente compatibilizados. A equipe de projetos interna modela todos os projetos recebidos no ArchiCAD (arquitetura e complementares), adapta a biblioteca de objetos, quando necessário, e compatibiliza com o CAD/TQS. Alguns ajustes são feitos após exportação da estrutura. Mesmo a equipe tendo um trabalho a mais de modelar em BIM, o esforço é válido a fim de se obter as quantificações automáticas mais precisas, no entanto, questiona o diretor, falta integração com os modelos complementares que não estão com base de dados de acordo com as normas brasileiras.

A quantificação automática é interligada ao sistema de orçamento, os *softwares* utilizados são Tron-orc, RMORCA, Volare; os bancos de dados são atualizados por bases de dados oficiais principalmente SINAPI. A codificação/itemização do orçamento é por etapas construtivas, incluindo serviços iniciais, incidência de custos diretos e administrativos da obra. É utilizada a rede de precedência para o cronograma físico-financeiro realizada pelos próprios executores.

O acompanhamento dos custos da obra, curva S, de projetos já cadastrados são checados com os valores obtidos em campo baseados nas informações de notas fiscais devidamente classificadas e colocadas no banco de dados, sendo que a verificação quantitativa acompanha as fases da obra. A fase de planejamento de obras, CAD 4D não faz parte do escopo do caso F.

4.6.3. Produto orçamento da obra - Empresa F

“Com o uso do BIM pode-se chegar à redução de 60% no tempo de elaboração da quantificação. Há cinco fatores indispensáveis em um bom orçamento e devem ser observados à risca: Memória de cálculo, um Quadro de Distribuição de Quantidades (QDQ), uma planilha orçamentária, planejamento e acompanhamento da obra” (diretor da empresa). A Figura 62 apresenta alguns exemplos de como é feita a quantificação automática.

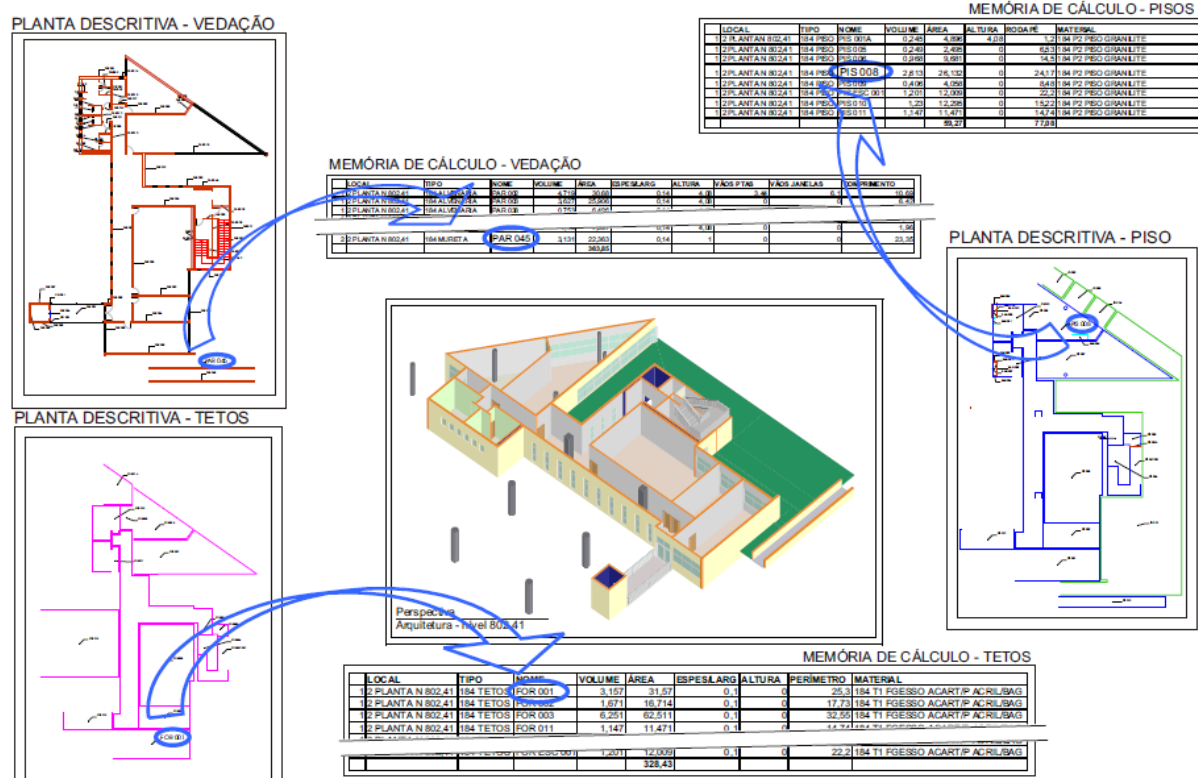


FIGURA 62: EXEMPLO DE QUANTIFICAÇÃO.
FONTE: EMPRESA F.

No planejamento, em razão da interpretação geral do projeto e da interação de todas as disciplinas proporcionadas pelo BIM, as análises necessárias para definir tempos e sequência executiva também se reduzem, Figura 63:

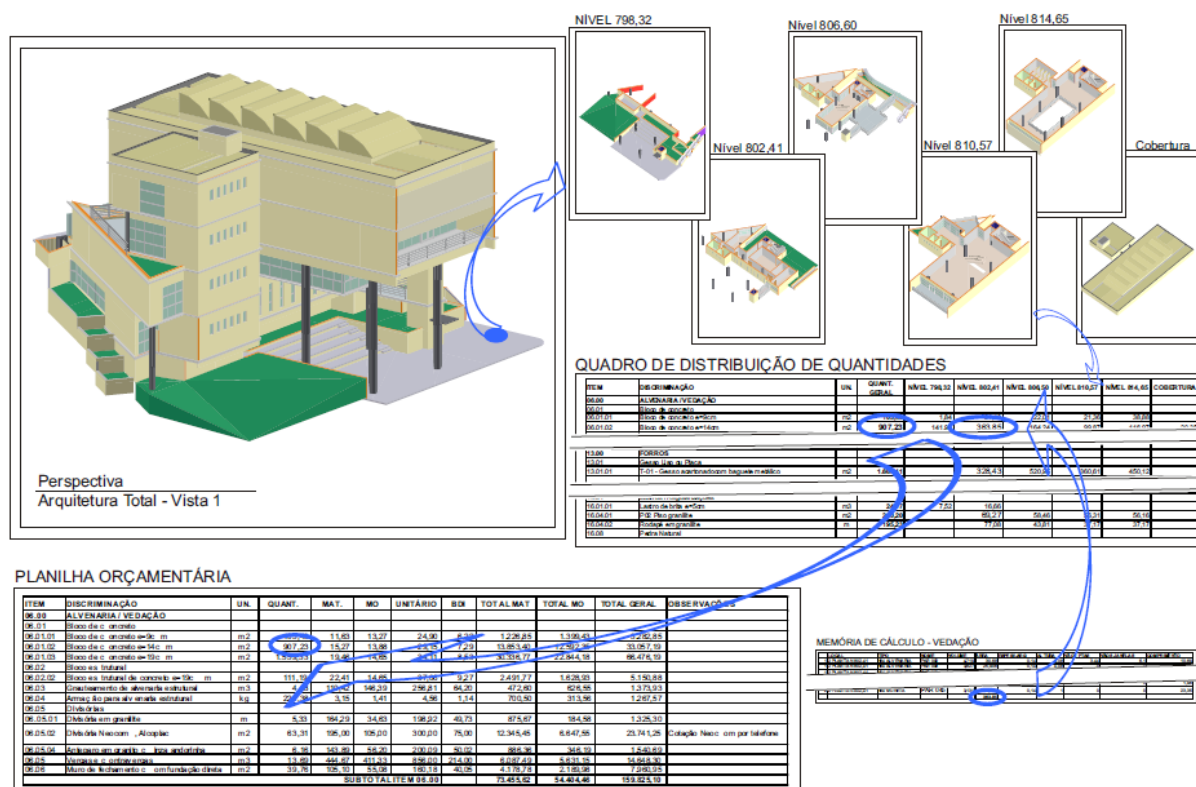


FIGURA 63: EXEMPLO DE QUANTIFICAÇÃO.
FONTE: EMPRESA F.

O diretor afirma que nos trabalhos de planejamento e orçamento de obras, conseguiram redução de até 70%, com precisão de até 95% em relação à análise e à quantificação de projetos. A precisão sobe para 95% e o tempo de quantificação baixa em 80%. O canteiro de obras passa para o departamento de orçamento quais os níveis de consumo praticados no canteiro para cada sistema construtivo. Juntando as informações dos diversos canteiros, a empresa montou um sistema de composição unitário. Dessa forma, os esforços são concentrados na fase de planejamento para se evitar problemas de execução.

4.7. RESUMO

Buscou-se apreender o suficiente sobre o caso em uma narrativa descritiva para que os leitores possam experimentar as situações vivenciadas por empresas no processo de levantamento de quantitativos em projetos e conhecer o seu produto orçamento. Os critérios para análise dos casos, bem

como a generalização propostas, variam de acordo com a prática representativa de construtoras e/ou incorporadoras, prestadoras de serviço e até mesmo o setor público atuantes no mercado da construção civil que serão descritas nas próximas etapas.

Com as informações obtidas na entrevista aplicada de forma presencial no ambiente empresarial e em alguns casos via Web, além da visualização e análise da documentação disponibilizada, mapeou-se o fluxo de informações a fim de se conhecer suas particularidades, seus pontos positivos e negativos e os *softwares* utilizados entre os envolvidos.

ANÁLISE CRUZADA

5.1. ANÁLISE COMPARATIVA CICLO 1

As fases de levantamento de quantitativos para a realização do orçamento no caso A foram com estudos preliminares de todos os projetos (arquitetura, estrutura e complementares) e no caso B, a disponibilização, foram apenas do anteprojeto de arquitetura e memoriais. A margem de erro apresentada por Avila et al. (2003) nesta fase do estudo preliminar é de 30% a 20% e o procedimento utilizado para o orçamento foi por Avaliações; na fase de anteprojeto a margem é de 20% a 15% e o procedimento por Estimativa como apresentado na Tabela 11 do comparativo das fases de projeto fornecidas para a realização do orçamento.

TABELA 11: COMPARATIVO DAS RELAÇÕES DO PROJETO E ORÇAMENTO.

FASE DO PROJETO	TIPO DE ORÇAMENTO	MARGEM DE ERRO	CASO A	CASO B
ESTUDO PRELIMINAR	Avaliações	30% a 20%	X	
ANTEPROJETO	Estimativas	20% a 15%		X
PROJETO EXECUTIVO + ESPECIFICAÇÕES SUCINTAS	Orçamento Exedito	15% a 10%		
PROJETO EXECUTIVO + ESPECIFICAÇÕES PRECISAS	Orçamento Detalhado	10% a 5%		
TODOS OS ITENS NECESSÁRIOS PARA O ORÇAMENTO + PLANEJAMENTO DA OBRA	Orçamento Analítico	5% a 1%		

FONTE: DA AUTORA BASEADO EM AVILA ET AL. (2003).

Com ausência de projetos adequados, o caso A e o caso B recorreram ao banco de dados com informações de empreendimentos similares, a

experiência do projetista, do empreiteiro e de fornecedores. Essa ocorrência de alta margem de erro se dá pela falta de qualidade e definições da informação disponibilizada aos Engenheiros Orçamentistas e ao pouco tempo disponibilizado para análise. Estes índices podem ser comparados à porcentagem de BDI exigido pelas empresas. Dessa forma, analisa-se o valor e a qualidade da informação dos fluxos envolvidos no processo de levantamento de quantitativos do Ciclo 1.

O valor da informação do levantamento de quantitativos do projeto de arquitetura teve característica igual para os dois casos (A e B), **acessibilidade**, porque permitiu estruturar um sistema de informação compreensível, no entanto foi necessário utilizar mais um canal de informação para esclarecimentos de informações faltantes, o e-mail. A qualidade da informação, mesmo no caso A com projetos preliminares e no caso B com anteprojeto, se classificaram igualmente como **interpretabilidade**, uma vez que estas informações tiveram que ser adaptadas e necessitaram de esclarecimentos.

No caso A, o levantamento de quantitativos do projeto estrutural e dos projetos complementares foram obtidos pelo quadro resumo das pranchas de projeto, como valor, **envolvimento**, pois sua apresentação em projeto foi útil, e na qualidade, os projetos tiveram **representação consistente** já que foram inseridos na planilha orçamentária sem alterações.

O valor atribuído, no caso B, para levantamento de quantitativos no projeto estrutural e complementares foi uma **oportunidade**, a informação foi baseada na experiência do projetista (projeto estrutural) e na pesquisa de preço com os fornecedores (empreiteiros), de forma imparcial, fato característico de orçamento convencional, assim o seu valor é a **objetividade** do orçamento para um devido fim, o fechamento da proposta com o cliente e o canal de comunicação deste procedimento adotado foi o e-mail.

A planilha orçamentária, no caso A, tem como valor a **acessibilidade**, sendo possível extrair dela o que interessa, e como qualidade a **acessibilidade**, pois tem a informação disponível a todos através do banco de dados do MaxOr. No caso B, a planilha orçamentária é lançada no ERP - UAU, assim o seu valor é **acessibilidade**, informação disponível a todos pelo sistema e a sua qualidade, **representação consistente**, representada pela planilha fornecida pelo cliente em MS Excel.

Outro ponto observado acerca do levantamento de quantitativos é o retrabalho ocorridos no caso A e caso B. O projetista faz o quadro-resumo e o orçamentista analisa os dados baseado em obras similares, quando há discrepância de resultado, confere os quantitativos em projeto. Na compra de materiais, o Engenheiro de Obra levanta novamente os quantitativos só que desta vez em projetos executivos. Ao final do processo, o levantamento de quantitativos foi realizado por três profissionais: Projetista, Engenheiro Orçamentista e Engenheiro de Obra.

Marchiori (2009) também apresentou resultados semelhantes em sua tese sobre o retrabalho no levantamento de quantitativos, de um modo geral nas empresas estudadas, o gestor da obra (similar ao engenheiro de obra – caso A e B) não utiliza o levantamento de quantitativos do departamento de orçamentos, efetuando retrabalhos ao ter de levantá-los novamente.

Apesar disso, nesta fase de levantamentos de quantitativos pela obra, no caso A e caso B, o valor é a **oportunidade** de atualização das informações com os projetos executivos. A qualidade é a **acuracidade**, direciona a confiabilidade da informação para esses dados serem retroalimentados no banco de dados.

A Tabela 12 apresenta o resumo de itens relevantes na descrição dos casos.

TABELA 12: TABELA RESUMO DOS CASOS DO CICLO 1.

	CASO A	CASO B
Localização da sede	Curitiba	Goiânia
Ramo de atuação	Industriais, comerciais, obras públicas	Industriais, comerciais, residenciais
Participantes do diagnóstico	Gerente Técnico	Gerente Técnico
Obtenção das informações	Visita à empresa. Questionário aplicado 100%. Acesso ao orçamento.	Visita à empresa. Questionário aplicado 100%. Acesso ao orçamento.
Orçamento	Avaliações	Estimativas
Levantamento de quantitativos	Fase preliminar – orçamentista e Fase Executiva para compra de materiais – Engenheiro da Obra	Anteprojeto – orçamentista e Fase Executiva para compra de materiais – Engenheiro da Obra
Planejamento	Orçamento não associado às etapas da obra	Orçamento não associado às etapas da obra
Interoperabilidade dos projetos em 2D	Não há compatibilização de projetos	Ineficiente
Interoperabilidade 3D, 4D, 5D.	-----	-----
Biblioteca de objetos	-----	-----
Orçamentista participante do ciclo de vida do projeto	Não	Não

FONTE: DA AUTORA.

Os orçamentos convencionais não consideram custos relacionados aos métodos e duração das atividades de produção e não produzem valores reais.

A interoperabilidade entre os projetos eletrônicos utilizados no caso A descartou a possibilidade de compatibilização devido o formato de arquivos em PDF, item importante tanto para a execução e planejamento da obra quanto para o levantamento de quantitativos pelo Engenheiro de obra. No caso B, todos os projetos executivos são compatibilizados e houveram interferências nos desenhos devido à diversidade de *softwares* utilizados pelos projetistas. O Engenheiro Orçamentista, nestes dois casos participa apenas do processo da planilha orçamentária e do cronograma físico-financeiro apesar de existirem interações verticais neste último processo.

5.2. PRINCIPAIS FALHAS APONTADAS CICLO 1

Com a descrição do caso A e caso B e a análise comparativa foi identificado às seguintes falhas:

- Projetos incompletos enviados pelo cliente;
- Incompatibilidade de *softwares*;
- Levantamento de quantitativos manuais;
- Apresentação de projetos sem ferramentas computacionais para o levantamento;
- Tempo reduzido para análise e levantamento de quantitativos;
- Retrabalhos;
- Quantitativos de projeto não atualizados de acordo com o ciclo de vida do projeto;
- Orçamento não associado às etapas da obra.

No Ciclo 1, constatou-se com dois estudos exploratórios a necessidade de aprimoramento no levantamento de quantitativos. Os dois casos basearam o levantamento de quantitativos em projetos ainda incompletos no primeiro momento, e em segundo momento, com projetos executivos realizados pelo canteiro de obras. Por outro lado, o referencial teórico abordou níveis altos de erro, só que de fato, não se teve acesso à comprovação do custo programado e do custo realizado.

As estimativas de custos obtidas a partir do modelo de construção serão mais precisas a partir do rigor e nível de detalhe já modelado (EASTMAN, et al., 2008). Sendo que, o levantamento de quantitativos é realizado em vários níveis diferentes de um projeto, dependendo do seu estágio (ALDER, 2006). Conforme o projeto amadurece, é possível extrair mais detalhadamente os quantitativos (EASTMAN, et al., 2008).

5.3. ANÁLISE COMPARATIVA CICLO 2

Diante disso, o Ciclo 2, com quatro estudos de caso múltiplos, mostrou ser possível possuir uma quantificação mais exata a partir de fases dos projetos mais evoluídas como apresentado no comparativo da Tabela 13 sobre as fases do projeto, o procedimento de realização do orçamento e a margem de erro.

TABELA 13: QUADRO COMPARATIVO DAS RELAÇÕES DO PROJETO E ORÇAMENTO.

FASE DO PROJETO	TIPO DE ORÇAMENTO	MARGEM DE ERRO	CASO C	CASO D	CASO E	CASO F
ESTUDO PRELIMINAR	Avaliações	30% a 20%				
ANTEPROJETO	Estimativas	20% a 15%				
PROJETO EXECUTIVO + ESPECIFICAÇÕES SUCINTAS	Orçamento Expedito	15% a 10%				
PROJETO EXECUTIVO + ESPECIFICAÇÕES PRECISAS	Orçamento Detalhado	10% a 5%		X	X	
TODOS OS ITENS NECESSÁRIOS PARA O ORÇAMENTO + PLANEJAMENTO DA OBRA	Orçamento Analítico	5% a 1%	X			X

FONTE: BASEADO EM ÁVILA ET AL. (2003).

O caso C e o caso F ao realizarem o levantamento de quantitativos possuem todos os projetos completos (no caso C não significa modelo completo) e itens necessários para o orçamento, estes itens estão diretamente ligados à etapa da obra, ao mesmo tempo, estes dois casos modelam em BIM com adaptações e criações de biblioteca de objetos com equipe própria como tentativa de resolver a falta da absorção do mercado pelo BIM. O procedimento adotado para a realização do orçamento é analítico e a margem de erro é de 5% a 1%.

Já no caso D, a modelagem e as extrações de quantitativos são realizadas por equipe terceirizada em projetos executivos com informações precisas, no entanto, as ligações entre orçamento e planejamento estão em

fase de implantação, assim como a padronização da biblioteca de objetos. No caso E, a quantificação automática foi realizada apenas no projeto executivo arquitetônico, os projetos executivos de estruturas e complementares voltaram ao método convencional de levantamento de quantitativos. O procedimento adotado para a realização do orçamento, caso D e E, é detalhado e a margem de erro é de 10% a 5%. Esta classificação para o caso E é apenas para o projeto arquitetônico.

A Tabela 14 apresenta os fluxos de informação que estão relacionados diretamente ao levantamento de quantitativos.

TABELA 14: QUADRO COMPARATIVO SOBRE AS INFLUÊNCIAS DO LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS.

CASO	Identificação do Fluxo	Descrição do conteúdo	Canais	Valor	Qualidade
C	A	Modelagem da biblioteca de objetos	Microstation	Aplicabilidade	Relevância
	B	Itemização de grupos e famílias	Microstation	Aplicabilidade	Valor agregado
	G	Levantamento de Quantitativos	Microstation	Exatidão	Credibilidade
	J	Planilha Orçamentária	MT	Escassez	Integridade
D	B	Modelagem da biblioteca de objetos	Revit	Aplicabilidade	Representação consistente
	C	Itemização de grupos e famílias da arquitetura	Revit Architecture	Aplicabilidade	Valor agregado
	G	Levantamento de quantitativos	Revit	Exatidão	Credibilidade
	J	Planilha Orçamentária	MS Excel	Acessibilidade	Integridade
E	A	Modelagem de objetos	ArchiCAD	Aplicabilidade	Relevância
	B	Itemização grupos e famílias / modelagem da arquitetura	ArchiCAD	Envolvimento	Acuracidade
	E	Levantamento de Quantitativos modelo arquitetônico	Orçamento Expresso	Exatidão	Credibilidade
	F	Estimativa / Planilha de Custo	Volare + Excel	Acessibilidade	Objetividade
	H	Levantamento de Quantitativos projeto estrutural	Quadro resumo	Envolvimento	Representação consistente
	L	Planilha Orçamentária	Volare	Envolvimento	Objetividade
F	B	Modelagem da biblioteca de objetos	ArchiCAD	Aplicabilidade	Relevância

	C	Itemização de grupos e famílias da Arquitetura	ArchiCAD	Aplicabilidade	Valor agregado
	G	Levantamento de Quantitativos	ArchiCAD	Exatidão	Credibilidade
	J	Planilha Orçamentária	Tron-orc RMORCA/Volare	Envolvimento	Integridade

FONTE: DA AUTORA.

Na modelagem da biblioteca de objetos, o valor é **aplicabilidade**, os objetos contêm informações dos departamentos de orçamento, suprimentos, planejamento e são retroalimentados com dados da obra e a qualidade é de **relevância**, a utilidade da informação dos objetos vai além do departamento de projetos, fato ocorrido nos casos (C, E e F). O caso D difere na qualidade que é **representação consistente**, como é modelada por projetistas terceirizados, a empresa exige um padrão para todos.

Na itemização de grupos e família, o valor é **aplicabilidade**, os dados inseridos nos objetos são relevantes para o orçamento e planejamento; a qualidade é de **valor agregado** por meio deste procedimento se tem vantagens na planilha orçamentária e no modelo 4D (se for realizado) para os casos (C, D e F). O caso E para valor tem **envolvimento**, o formato apresentado é útil e para qualidade, **acuracidade** por ser ter um modelo BIM aumenta-se a confiabilidade.

No Levantamento de Quantitativos a classificação é igual para os quatro casos de quantificação automática mudando apenas os canais de comunicação (Microstation, Revit, ArchiCAD e ArchiCAD). Como valor **exatidão**, o levantamento deixa de ser manual e tornar-se automático e como qualidade a **credibilidade**, por consequência a planilha contém dados reais de projeto. O caso E contém procedimentos de levantamento de quantitativos diferente para os projetos complementares, nesta etapa, tem como valor o **envolvimento**, as informações do quadro resumo são úteis à planilha orçamentária e como qualidade, **representação consistente**, pois os itens são inseridos fielmente.

Para a planilha orçamentária, o caso C, como valor apresenta **escassez**, criou internamente o seu próprio *software* e como qualidade, **integridade**, com informações completas para se realizar as atividades. O caso D ainda possui o método convencional, tem como valor **acessibilidade** e como qualidade a

integridade, possuindo as mesmas características do caso A. Para o projeto arquitetônico, Orçamento Expresso, o caso E possui como valor, **acessibilidade** e como qualidade a **objetividade**; para os demais projetos mais os dados adquiridos do projeto arquitetônico, a planilha tem como valor, **envolvimento**, e como qualidade, **objetividade** contendo dados úteis referentes à licitação. O caso F, tem como valor **envolvimento** e como qualidade **integridade**.

BIM, em seu conceito mais amplo, tem como pressuposto a interoperabilidade e a colaboração entre os profissionais da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) para a geração do modelo virtual do edifício. Todavia, os profissionais da AEC exploram pouco o recurso da colaboração no processo de projeto, quando trabalham com BIM (RUSCHEL; ANDRADE, 2009). Na análise comparativa entre os caso (C, D, E e F) da Tabela 15 tem-se os estágios de evolução do BIM baseados em Clayton et al.(2008):

TABELA 15: QUADRO COMPARATIVO DO ESTÁGIO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.

ESTÁGIO DE IMPLEMENTAÇÃO	CASO C	CASO D	CASO E	CASO F
BIM - A	X		X	X
BIM - B		X		
BIM - I				

FONTE: DA AUTORA.

Modelos BIM de diferentes níveis são necessários para definir padrões, regras para descrição e armazenamento da informação, trocas de dados entre envolvidos e atividades incluindo unidades básicas que descrevem os elementos construtivos e informações do projeto. A relação entre a Tabela 15 e 16 aponta para níveis mais avançados de implantação do BIM pelo caso D, que já possui processos, padrões, instância e objetos bem definidos, no entanto ainda em fases de adaptações, por isso foi classificado como BIM-B que exige relacionamentos de longo prazo entre arquitetos, consultores e contratantes principais que podem justificar a padronização de procedimentos de documentação e representações.

TABELA 16: DIFERENTES NÍVEIS DE MODELAGEM BIM CASO C.

CASO C	FOCO	OBJETIVO
SUPERMODELAGEM	Processos	INEXISTENTE. Os arquivos são entregues em AutoCAD 2D e depois modelados em BIM.
METAMODELAGEM	Padrões	Falha na interoperabilidade Microstation e CAD/TQS. Dados compartilhados em um case com CAD 4D realizados com sucesso.
MODELAGEM	Instâncias	Regras estabelecidas com o apoio do consultor BIM para os relacionamentos com o planejamento (em fase de implantação) e orçamento (já implantados com o <i>software</i> MT).
MICROMODELAGEM	Objetos	Modelagens de objetos com suporte do departamento de orçamentos.

FONTE: DA AUTORA BASEADO EM SCHEER E AYRES FILHO (2009).

A análise das Tabelas 16, 17, 18 e 19 referentes aos casos (C, D, E e F) respectivamente interpreta as diferentes camadas de estruturação da informação baseadas nos níveis de modelagem BIM apontados por Scheer e Ayres Filho (2009).

Nos casos (C, E e F) a ausência de projetistas (arquitetura e projetos complementares) que trabalham com o modelo foi à justificativa para a ausência da supermodelagem, apresentados na Tabela 16, 18 e 19 classificação com BIM-A. A proposta BIM é que o edifício seja construído virtualmente no computador antes da construção real no canteiro, processo que reuniria os envolvidos em um arranjo virtual de projeto cooperativo, os relacionamentos estabelecidos na modelagem pelo caso C esta bem definida com a planilha orçamentária com o suporte do *software* MT desenvolvida pela própria empresa e o relacionamento com o planejamento ainda esta em fase de implantação, ao mesmo tempo, o CAD 4D obteve sucesso em seu case de simulação.

TABELA 17: DIFERENTES NÍVEIS DE MODELAGEM BIM CASO D.

CASO D	FOCO	OBJETIVO
SUPERMODELAGEM	Processos	Envolve vários projetistas utilizando BIM. O arquiteto é o responsável pela compatibilização e checagem de interferência de todos os projetos;
METAMODELAGEM	Padrões	Falha na interoperabilidade modelo BIM e CAD/TQS. Dados compartilhados em um case com CAD 4D realizados com sucesso.
MODELAGEM	Instâncias	Regras estabelecidas com o apoio do consultor BIM para os relacionamentos com o planejamento (em fase de implantação) e orçamento (em fase de implantação).
MICROMODELAGEM	Objetos	Padronizações de objetos (banheiros, cozinha e AS, esquadrias de madeira e alumínio, caixa de escada).

FONTE: DA AUTORA BASEADO EM SCHEER E AYRES FILHO (2009).

Nos casos C e D, é possível verificar o acompanhamento do consultor BIM em todo o ciclo de vida para o devido suporte tanto de hardware, *software* e treinamentos. O caso D está em fase de implantação dos relacionamentos com orçamento e planejamento e obteve sucesso na simulação CAD 4D e CAD 5D.

TABELA 18: DIFERENTES NÍVEIS DE MODELAGEM BIM CASO E.

CASO E	FOCO	OBJETIVO
SUPERMODELAGEM	Processos	INEXISTENTE. Apenas a arquitetura é modelada em BIM. Utilização de ferramentas BIM de projetos complementares é objetivo para a próxima implantação BIM.
METAMODELAGEM	Padrões	Falta de interoperabilidade com os projetos complementares e com o empreiteiro. Arquivos em DXF
MODELAGEM	Instâncias	INEXISTENTE. Integração dos modelos com a base de dados do Volare é objetivo para a próxima implantação BIM.
MICROMODELAGEM	Objetos	Bibliotecas de objetos adaptadas

FONTE: DA AUTORA BASEADO EM SCHEER E AYRES FILHO (2009).

O caso E tem como objetivo futuro estabelecer relacionamentos com a base de dados do Volare.

TABELA 19: DIFERENTES NÍVEIS DE MODELAGEM BIM CASO F.

CASO F	FOCO	OBJETIVO
SUPERMODELAGEM	Processos	INEXISTENTE. Os arquivos são entregues em AutoCAD 2D e depois modelados em BIM.
METAMODELAGEM	Padrões	Falha na interoperabilidade modelo BIM e CAD/TQS.
MODELAGEM	Instâncias	Relacionamentos estabelecidos com o orçamento.
MICROMODELAGEM	Objetos	Bibliotecas de objetos adaptadas

FONTE: DA AUTORA BASEADO EM SCHEER E AYRES FILHO (2009).

O caso F possui relacionamentos estabelecidos com a base de dados de vários *softwares* de orçamento utilizado pela empresa e não tem como foco o planejamento CAD 4D.

Outro grande problema do BIM está na sua capacidade de gerenciamento de dados (XIE; SHI; ISSA; 2010). É importante notar, no entanto, que muitas tecnologias BIM não estão totalmente amadurecidas e que estas tecnologias não existem na maioria das áreas de projetos complementares (KAM, 2007). Na metamodelagem, a falta de interoperabilidade entre projeto de estrutura CAD/TQS e arquitetura apareceu em todos os casos.

A micromodelagem da biblioteca de objetos também apresenta problemas de padronizações ao estabelecer qual departamento irá modelar, como e quais as informações deverão conter ou quando os fornecedores deverão fazê-lo, ao mesmo tempo, as empresas estão se adaptando as suas necessidades particulares já que os objetos não são disponíveis pelos fabricantes brasileiros.

Alguns fatores podem afetar BIM e prejudicar sua capacidade de utilização no levantamento de quantitativos, como a adaptação e treinamento dos orçamentistas para os novos métodos de levantamento e a resistência da equipe em mudar processor, segundo Alder (2006). Dessa forma, é necessário treinamento por todos os envolvidos e que estes dominem a ferramenta dentro do novo contexto de trabalho cooperativo. Nas análises apresentadas, todos os casos tiveram treinamentos ou possuem algumas equipes que ainda se encontram em fase de treinamento. Tabela 20 apresenta o resumo de itens considerados relevantes na descrição dos casos.

TABELA 20: RESUMO DOS CASOS DO CICLO 2.

	ESTUDO C	ESTUDO D	ESTUDO E	ESTUDO F
Sede	São Paulo	São Paulo	São José dos Pinhais	São Paulo
Ramo de atuação	Industriais, comerciais e residenciais	Residenciais	Obras Públicas	Predial, urbano, hospitalar, aeroportos
Participantes do diagnóstico	Departamento de projetos e Gerente de TI	Gerente Técnico	Diretor de Projetos	Diretor
Obtenção das informações	Visita à empresa. Questionário aplicado somente sobre projetos e TI. Acesso ao orçamento disponível pela web.	Visita à empresa. Questionário aplicado 100%. Acesso ao orçamento disponível pela web.	Visita à empresa. Questionário não aplicado. Acesso ao orçamento disponível pela web.	Troca de informações por e-mail. Questionário aplicado 100%. Acesso ao orçamento.
Orçamento	Automático	Em fase de implantação	Teste automático	Automático
Levantamento de quantitativos	Arquivos completos.	Projeto pré-executivo	Projeto executivo de arquitetura	Arquivos completos.
Planejamento	Em fase de implantação do CAD 4D.	Em fase de implantação do CAD 4D.	Elaborado pelo empreiteiro.	Elaborado pelo Cliente.
Interoperabilidade projetos	Ineficiente com CAD/TQS	Ineficiente com CAD/TQS	Ineficiente. Envio de arquivos para os projetistas e empreiteiros em DXF.	Ineficiente com CAD/TQS
Interoperabilidade 3D, 4D, 5D.	Eficiente entre 3D e 5D. Case Eficiente 3D e 4D.	Eficiente entre 3D e 5D. Case Eficiente 3D e 4D.	Inexistente	Eficiente entre 3D e 5D.
Biblioteca de objetos	Modelado pelo departamento Projetos	Modelado pelos projetistas terceirizados	Adaptado pelo departamento Projetos	Adaptado pelo departamento Projetos
Orçamentista participante do ciclo de vida do projeto	Sim	Sim	Sim	Sim

FONTE: DA AUTORA.

5.4. PRINCIPAIS FALHAS APONTADAS CICLO 2

Com a descrição do caso C, caso D, caso E e caso F além da análise comparativa foram identificadas às seguintes falhas:

- Nenhum dos casos chegou ao nível avançado de implementação BIM. O estudo deixou claro que existe uma grande lacuna entre fazer uso de um *software* BIM e praticar um processo de desenvolvimento de projetos BIM. Um processo BIM praticamente subentende interdisciplinaridade. Fator presente também nos estudos de caso da dissertação de Oliveira (2011).
- Falta de projetistas e empreiteiros que trabalhem com o CAD baseado em BIM (com exceção do caso D) e como consequência da não absorção do mercado da construção civil brasileira do BIM, os casos modelam arquivos completos ou parciais com sua equipe interna;
- Problemas de interoperabilidade com CAD/TQS. Em seus experimentos, Muller (2011) apresentou em sua dissertação falhas de transferências entre o Revit e TQS;
- Ausência de bibliotecas de objetos disponibilizada por fornecedores dessa forma, as bibliotecas de objetos são adaptadas e modeladas de acordo com particularidades; Dificuldade enfrentada também por Muller (2011) pela falta de bibliotecas de objetos parametrizados e adaptáveis aos padrões nacionais.

5.5. ANÁLISE CRUZADA CICLO 1 e CICLO 2

O mapeamento do fluxo de informações de todos os casos buscou analisar a relação entre os participantes no ciclo de vida do levantamento de quantitativos abordando todos os itens que são necessários e importantes para esse processo, os canais de informação utilizados por cada etapa, o valor e a qualidade da informação transmitida. Diante disso, a Tabela 21 resulta conclusões de itens específicos, relacionamentos dos fluxos, canais de comunicação e qualidade da informação ao cruzar com as falhas apontadas pelo Ciclo 1 (ver item 5.2) e falhas apontadas pelo Ciclo 2 (ver item 5.4).

TABELA 21: ANÁLISE CRUZADA DO CICLO 1 E DO CICLO 2.

PROBLEMAS APRESENTADOS				
Ciclo	Categoria do Problema	Descricao do problema	Consequencia	Análise
RELACIONAMENTOS DOS FLUXOS				
1	Orçamento	Planejamento de obras posterior ao orçamento.	Ausência de simulações de planejamento.	Análise de projeto e estabelecimento de estratégia de execução na etapa do orçamento.
1		Projetos executivos entregues no início da obra.	Retrabalho no canteiro de obras.	Atualização da planilha orçamentária em todo o ciclo de vida do projeto.
CANAIS DE COMUNICAÇÃO				
1	Incompatibilidade de softwares	AUTOCAD 2D x PDF	Levantamento de quantitativos manuais imprecisos.	Compartilhamento de informações (direitos autorais).
2		AUTOCAD 2D x CAD BIM	Modelagem pela equipe interna. Caso E, incertezas de quantitativos para projetos de estrutura e complementares.	Absorção do mercado AEC para a modelagem BIM.
2		CAD/TQS x CAD BIM	Retrabalho na compatibilização.	Aprimoramento da ferramenta por fornecedores.
QUALIDADE DA INFORMAÇÃO				
1	Etapas de projeto	Preliminares Caso A. Anteprojeto somente de arquitetura Caso B.	Incetezas no levantamento de quantitativos. Margem de erro de 30% a 15%.	Absorção do mercado AEC para a modelagem BIM
2	Biblioteca de objetos	Bibliotecas de objetos adaptadas e modeladas de acordo com particularidades.	Cada empresa determina suas regras aos projetistas. Quantidades grandes de objetos similares.	Aprimoramento da ferramenta por fornecedores nacionais

FONTE: DA AUTORA

5.5.1. Relacionamento dos Fluxos

A falta de tempo para análise dos projetos implicou o não planejamento da obra aliado a itemização na planilha orçamentária de acordo com a produção baseando-se apenas em projetos similares do histórico da empresa, somente após a conclusão do orçamento que o planejamento é realizado e posteriormente é atualizado no início da obra. Não havendo, portanto tempo para análises e simulações. Da mesma forma, os projetos executivos chegam

apenas no início da obra e as avaliações e estimativas não são atualizadas, ficando a cargo do engenheiro de obras esta atualização.

Todos os casos analisados utilizaram em suas atividades para a melhor qualidade do serviço, de certa forma, ferramentas TIC, deve-se pensar na interoperabilidade de sistemas, pessoas e as comunicações existentes, pois com o fato ocorrido desconsiderou a racionalização dos processos.

5.5.2. Canais de Comunicação

O problema identificado no Ciclo 1 foi o envio de arquivos em PDF por parte do cliente de modo que não seria possível utilizar nenhuma ferramenta computacional para o levantamento de quantitativos e nem possibilidades de compatibilização com os projetos enviados em AutoCAD 2D podendo aumentar ainda mais o grau de imprecisão do orçamento. Neste item enfoca-se a multidisciplinaridade e o ruim relacionamento entre eles.

No Ciclo 2, em particular no caso C e caso F, as incompatibilidades ocorreram entre AutoCAD 2D x BIM pela não absorção do mercado por profissionais que utilizem estas ferramentas, e para suprir estas necessidades, as empresas modelam parcialmente ou completamente os arquivos recebidos. O CAD/TQS apresentou interferências com exportações, em todos os casos do Ciclo 2, ocasionando retrabalhos nas compatibilizações englobando assim o conceito de interoperabilidade. Este apontamento leva a reflexão de problemas associados com "Alianças" entre fornecedores de *software* no setor da construção, cuja estratégia de desenvolvimento é extremamente fragmentada, de modo a capturar e manter uma boa base de clientes.

Nos dois Ciclos foi possível perceber problemas gerados por incompatibilidades de projetos item de extrema importância na detecção de falhas de projetos que vão evitar prejuízos no canteiro de obras ocorridos pela não colaboração de sistemas e pessoas.

5.5.3. Qualidade da Informação

A partir do referencial teórico conclui-se que para se tiver orçamentos mais precisos são necessários informações e projetos concluídos e completos. No ciclo 1, a margem de erro elevada deu-se pela ausência de informações no momento de levantamento de quantitativos.

No Ciclo 2, a qualidade refere-se aos modelos nD que tendem a ser construídos com a base de dados dos objetos inteligentes. As bibliotecas de objetos não desenvolvidas por fornecedores nacionais fazem com que cada empresa, de acordo com padrões adotados, crie seus próprios parâmetros e objetos. As bibliotecas se tornam fundamentais no conceito de interdisciplinaridade entre fornecedores de produtos e materiais de obra, arquitetos, construtores, empreiteiros e todos os envolvidos no ciclo de vida do projeto de agregarem informações importantes no modelo virtual para que o modelo represente a realidade de uma obra.

5.6. MELHORES PRÁTICAS APRESENTADAS

A partir das etapas do modelo proposto de Laudon e Laudon (2008), (ver figura 15, item 2.5), analisou-se os problemas no processo de levantamento de quantitativos no Ciclo 1 e a proposta da solução se basearia no processo estabelecido pelos casos do Ciclo 2 com a modelagem BIM. A utilização do BIM, implantados por empresas construtoras e/ou incorporadoras e prestadoras de serviço atuantes no mercado atual brasileiro, possuem informações de projeto mais detalhadas nas fases iniciais a partir da integração entre o processo de projeto, orçamento e planejamento. Três dos quatro casos que utilizam o BIM estão na fase de implantação e já apresentam bons resultados.

Diante destes itens apontados como pontos positivos diagnosticados no Ciclo 2 da implementação e uso do BIM, dos apontamentos teóricos e do procedimento proposto Vico *software*, propõe-se um mapeamento, Figura 64, de como estas informações fluem no processo de levantamento de quantitativos. Vale lembrar que os bancos de dados e os *softwares* ERP utilizados no Ciclo 1 são importantes para o suporte o BIM. Ao mesmo tempo,

estas melhorias propostas só se encaixariam na realidade dos orçamentos convencionais aqui colocados a partir da vontade e necessidade dos clientes na adoção deste paradigma.

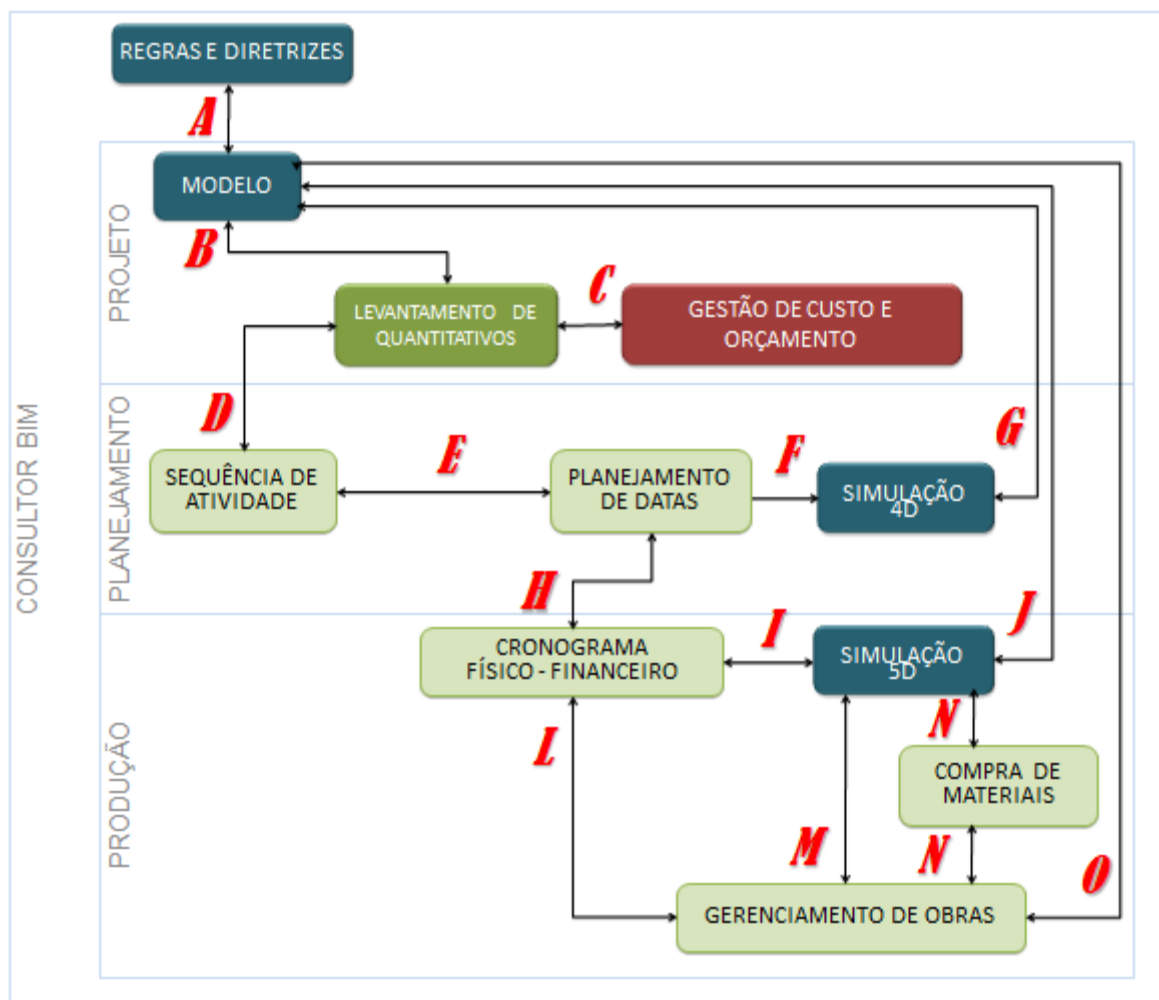


FIGURA 64: FLUXO DE INFORMAÇÕES DAS MELHORES PRÁTICAS ESTABELECIDAS PELOS ESTUDOS DE CASO.
FONTE: DA AUTORA.

FLUXO A - Para que se tenha uma resposta completa da problemática, mudanças organizacionais deverão ocorrer dentro e fora das empresas, sejam elas prestadora de serviços, construtoras e/ou incorporadoras. O consultor BIM é a peça chave em todo o ciclo de vida do empreendimento, tanto no suporte técnico como no treinamento da mão de obra de todos os departamentos envolvidos no processo. Participando também da formulação de regras e diretrizes de modelagem para projetistas terceirizados e retroalimentação no

banco de dados da biblioteca de objetos, fornecida pelos fabricantes de materiais, de acordo com as particularidades de cada obra.

Modelo BIM - Os projetistas, e principalmente o arquiteto deverão modelar arquivos completos nas etapas iniciais. O arquiteto se torna figura essencial, é ele que produz projetos detalhados e compatíveis com o sistema de quantificação e passa a fazer a compatibilização de todos os sistemas. O projeto arquitetônico pode se adequar a viabilidade econômica, ainda em fase de projeto, ao escolher alternativas tecnológicas e de materiais sem que prejudiquem os valores estéticos. Com este novo procedimento, o departamento de projetos dentro das empresas apenas analisa a viabilidade financeira e de execução dos projetos com a compatibilização dos projetos, ou seja, faz a coordenação de projetos¹. No entanto, ainda haverá um retrabalho para a equipe de projetos dentro das empresas (prestadora de serviço, construtora e/ou incorporadora) ou até mesmo no setor público, pois o projeto de estrutura desenvolvido no CAD2/TQS apresenta problemas quando exportado para os *softwares* utilizados pelos casos: MicroStation, Revit e ArquiCAD.

FLUXO B - O levantamento de quantitativos não é mais efetuado com projetos preliminares e sim com projetos pré-executivos e executivos, aos quais contém informações que seriam cedidas apenas no final do processo como o acabamento e detalhes dos sistemas construtivos. A aplicação da técnica de quantificação automática iniciará com a criação de bases de dados ao longo das utilizações. Os quadros resumos de quantidades e planilhas com itens de etapas e serviços deverão estar alinhados com os quantitativos que os *softwares* produzem. Até mesmo a nomenclatura dos insumos precisa estar unificada desde o projeto até o departamento de suprimentos, para que a lista de materiais extraída do modelo seja eficiente. Dessa forma, o departamento de suprimentos, orçamento e planejamento alimentam o banco de dados com informações e dados importantes.

2 Para controlar o fluxo de informações geradas no processo de projeto e fomentar a interação entre os participantes da equipe multidisciplinar, é necessária a presença de um chefe ou coordenador de projetos que tem a responsabilidade sobre o processo de desenvolvimento do produto em questão (FABRICIO, 2002).

FLUXO C - O orçamento é o guia para a efetivação do projeto arquitetônico, pois os custos devem ser compatíveis com as disponibilidades financeiras. “O que se desenha é o que se levanta!”. Se houver erros de modelagem o *software* não será capaz de quantificar automaticamente.

FLUXO D e E - Além da visualização do modelo físico final, é essencial considerar o planejamento definido ao longo do tempo, tanto da obra em si como de toda a envolvente em termos de logística e de gestão de recursos. De fato, quanto melhor for à implementação de métodos de organização e planejamento, mais eficiente será toda a realização do projeto, evitando-se alterações de custos e situações de incoerência entre elementos em obra.

FLUXO F - O recurso de visualização em 4D traduz-se em benefícios no desenvolvimento da construção que combinam numa maior comunicação entre o departamento de projeto, planejamento e o local da obra, na promoção do diálogo e interação entre todos os envolvidos, na apresentação de modelos tridimensionais com uma maior informação e ainda minimizam a ocorrência de incorreções e erros construtivos.

FLUXO H e L – O Planejamento é sincronizado com o modelo 3D, custo e cronograma servindo para analisar e estabelecer estratégias no gerenciamento de obras. O entendimento e programação da sequência de atividades que serão realizadas no canteiro de obras são fundamentais para antecipar decisões e soluções que contribuam para diminuir desperdícios de tempo, de materiais e de recursos financeiros.

FLUXO N - Mensalmente a obra ao fazer seus pedidos de compras junto ao departamento de suprimentos confere o levantamento de quantitativos, assim, os dados vindos do canteiro de obras podem ser atualizados no banco de dados das bibliotecas de objetos. Mesmo com a padronização de objetos fornecidos pelos fabricantes, dados importantes sugeridos pelo planejamento, suprimentos e obra podem ser agregados a eles.

FLUXO I e M - Com o treinamento efetuado pelo consultor BIM, o departamento de orçamento, suprimento e planejamento, poderão esclarecer suas dúvidas diretamente com a visualização do modelo, não sendo necessário mais a extração de quantitativos pelo departamento de projetos ou arquitetos terceirizados. A equipe do canteiro pode usar o sistema de realidade virtual através da identificação por rádio frequência (RFID) como sugerido por Xie, et

al. (2011) para explorar diferentes sequências de construção, reorganizar temporariamente locais de instalações ou equipamentos, coordenar operações, identificar as questões de segurança, e melhorar a construtibilidade.

FLUXO G, J e O - Enfim, todos os departamentos passam a serem colaboradores para melhorias da execução na etapa de projetos.

5.7. RESUMO

A caracterização da análise focada no levantamento de quantitativos foi realizada a partir de identificações do processo orçamentário, das informações de entrada e saída gerada entre os usuários e participantes do processo, os canais de informação utilizados, o valor e a qualidade da informação com todos estes dados mapeados no fluxo de informações.

A análise realizada teve como objetivos identificar as principais falhas existentes na fase de levantamento de quantitativos e sua relação com as etapas de projeto. Para tanto, a literatura indicada, como soluções dos problemas apresentados no Ciclo 1, utiliza a quantificação automática estudada a partir de quatro casos apresentado no Ciclo 2.

O Ciclo 2 – Exploração do Tema analisou de forma comparativa quatro estudos de caso múltiplos nacionais que utilizam *softwares* com suporte BIM para a quantificação automática. O intuito era verificar se os problemas apresentados no Ciclo 1 são solucionados com as evidências do Ciclo 2, a partir do mapeamento do fluxo de informações e das relações estabelecidas entre o orçamento e as etapas de projeto. O que foi percebido é que o Ciclo 2 também apresenta problemas e encontra grandes desafios nas implementações da tecnologia. Ideologicamente, pautada nos bons argumentos do referencial teórico, busca-se propor melhorias ao processo de quantificação automática em projetos de construção civil.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento desta dissertação buscou afirmar a seguinte hipótese: A utilização do BIM, implantado por empresas construtoras e/ou incorporadoras e prestadoras de serviço atuantes no mercado atual brasileiro, possuem informações de projeto mais detalhadas nas fases iniciais a partir da integração entre o processo de projeto, orçamento e planejamento. Com seis estudos de casos múltiplos, realizado em dois ciclos da pesquisa, os resultados permitiram entender mais claramente a importância da qualidade das informações contidas em projetos e a sua relação com a gestão do empreendimento durante o seu ciclo de vida.

A partir da análise cruzada foi possível perceber, baseado em referenciais teóricos, que a margem de erro dos orçamentos é proporcional ao desenvolvimento do projeto. Essa melhora apresentada pelos casos do Ciclo 2 se baseia, de fato, na representação e visualização do projeto, na qualidade das informações inseridas por todos os envolvidos, pelas simulações antes do início da obra, de todo um planejamento estratégico nas fases iniciais proporcionados pelo BIM. Ao mesmo tempo, esta análise prévia necessita de uma estruturação organizacional em investimentos (*softwares*, *hardwares* e treinamentos) e principalmente de **tempo**, fator que influenciou a não qualidade das informações apresentadas no Ciclo 1 e em alguns casos apresentados no Ciclo 2.

Como contribuição, foi possível conhecer o levantamento de quantitativos automatizado proporcionado por diversos *softwares* apresentados nos casos estudados, e ao mesmo tempo, conhecer a forma que o mercado brasileiro está absorvendo este conceito BIM, os seus estágios de implementação e o aprimoramento gradativo de treinamentos em departamentos distintos, objetivando a interdisciplinaridade dos processos e suas ferramentas. É possível perceber até o momento, mudanças positivas a partir do uso efetivo.

Diante dos resultados obtidos com a realização da pesquisa, entende-se que, a partir da utilização do BIM, é possível melhorar o planejamento e controle de custos de empreendimentos.

A heterogeneidade dos casos escolhidos, conservando as especificidades de cada um deles, permitiu que de fato fossem encontradas informações valiosas, tanto positivas quanto negativas, para a elaboração de um fluxo de informações com as melhores práticas apresentadas neste estudo.

Sendo assim, respondendo à questão problema, o uso estratégico da tecnologia da informação e do BIM, mediante integração de dados, informação, controle e processo deve ser analisado dentro do sistema gerencial inserido. Não é apenas o uso de novas ferramentas de *software*, mas uma abordagem transformacional dos negócios e da missão organizacional que compreende uma nova forma de trabalhar com várias pessoas juntas em um tempo real.

6.3. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir da realização deste trabalho são realizadas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Discussões mais aprofundadas do CAD/BIM 4D.
- Investigar o relacionamento, em diferentes *softwares*, das bibliotecas de objetos, o banco de dados e o CAD/BIM 5D.
- Comparar o custo orçado x custo realizado x referenciais teóricos.

REFERÊNCIAS

- ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to on-screen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate.** (Master of Science). School of Technology Brigham Young University. 2006.
- ANDRADE, M.L.V.X.; RUSCHEL, R.C. **Interoperabilidade entre ArchiCAD e Revit por meio do formato IFC.** IV TIC. Rio de Janeiro. 2009.
- ANDRADE, V. A. A. **Modelagem dos custos para casas de classe média.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.
- ARAÚJO, T. D. P. de. **Construção de edifícios: orçamento, especificações, cronograma.** Notas de aulas. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará: 2003.
- AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L.I.; LOPES, O.C. **Orçamento de obras.** Apostila do curso de arquitetura e urbanismo. Universidade do Sul de Santa Catarina. 2003.
- AYRES FILHO, Cervantes Gonçalves. **Acesso ao modelo integrado do edifício.** (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal do Paraná. 2009.
- AZEVEDO, Orlando J. M. de. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na direção técnica de obras.** (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção). Escola de Engenharia, Universidade do Minho. 2009.
- BARNER, N. M.; THOMPSON, P.A. **Civil engineering bill of quantities.** CIRIA: London. 1971.
- BROMILOW, F. J. **Contracts as waste generators.** *Building Forum*, Melbourne, v.3, n.1, p.5-11, 1971.
- BARTHOLOMEW, K., HENDERSON, A.J.Z. e MÁRCIA, J.E.. **Coding semistructured interviews in social psychology research.** Em H.T. Reis & C.M. Judd (orgs.), *Handbook of research methods in social and personality psychology* (pp.286-312). UK: Cambridge University Press.2000.
- CAMBIAGHI, H. **Projeto e obra no difícil caminho da qualidade.** *Obra*, n.37, p.10-2, jun. 1992.
- CASTROS, E. E. C.; ROQUE, R. F.; ROSA, G. S. da; BONFIN, N; S. **Custo administrativo na construção civil – estudo de caso.** XVII ENEGEP. 1997.
- CIANCONI, Regina de Barros. **Gestão do conhecimento: visão de indivíduos e organizações no Brasil.** (Doutorado em Ciência da Informação). UFRJ/ECO. 2003.
- CINTRA, Maria Aparecida Hippert. **Sistemas de informação e gerenciamento de projetos: um estudo de caso na cidade de Juiz de Fora.** Niterói, RJ. 1 v.

Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, 1998.

CLAYTON, M. J., JOHNSON, R. E., VANEGAS, J., NOME, C. A., ÖZENER, O. O., & CULP, C. E. **Downstream of Design: Lifespan Costs and Benefits of Building Information Modeling**. College Station: Texas A&M University. 2008.

COELHO, Sérgio S.; NOVAES, Celso C. **Modelagem de Informação para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. 2008.

CODINHOTO, Ricardo. **Diretrizes para o planejamento integrado dos processos de projeto e produção na construção civil**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). 2003.

CRESPO, C.; RUSCHEL, R. C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. In: III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, 2007, Porto Alegre: ANTAC. 2007.

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação**. São Paulo: Futura. 1998.

DOSSICK, Carrie S., NEFF, Gina; JUAN, Helen. **Analyzing the Ramification of Building Information Technologies for Collaboration in Architecture, Engineering and Construction**. Proceedings of the 12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Beijing, China October. 2008.

DROGEMULLER, Robin; TUCKER, Selwyn. **Automating the Extraction of Quantities**. QUT Faculties and Divisions, Faculty of Built Environment and Engineering. 2003.

EASTMAN, C. M. **General purpose building description systems**. ComputerAided Design, v. 8, n. 1, 1976.

EASTMAN, C. M.; SACKS, R. e LEE, G. **Functional modeling in parametric CAD systems**. In: ACADIA Conference 2004, 2004, Toronto.

EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. e LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Hoboken: Wiley, 2008.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios**. (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

FERREIRA, Sergio Leal. **Ferramenta BIM demonstrativa com base no IFC para consideração de custos nas tomadas de decisão do empreendimento, com apoio na Internet**. 2009.

FERRY, D.J.; BRANDON, P.S. **Cost planning of buildings**. 5ed. Great Britain: Granada Publishing. 1984.

FLORIANI, Vivian Mengarda. **Análise do fluxo informacional como subsídio ao processo de tomada de decisões em um órgão municipal de turismo.** (Mestrado em Ciência da Informação). Universidade Federal de Santa Catarina. 2007.

FLORIO, Wilson. **Tecnologia da informação na construção civil: contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura.** Anais do III Encontro de Tecnologia da Informação na Construção Civil, 11 e 12 Julho, Porto Alegre, cd-rom. 2007.

FRASER, M.T.D.; GONDIM, S.M.G. **Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa.** Paidéia (Ribeirão Preto) Vol.14 n.28 maio/ago. 2004.

GOZZI, S.; OLIVEIRA, O. J. **Sistema de Gestão da Qualidade em Empresas de Construção: Um Estudo de Caso,** 2001.

GUERRA, Isabel Carvalho. **Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo.** Sentidos e formas de uso. Edição Princípiã, 2006.

GRABOWSKI, H. e ANDERL, R. Integration of the design and manufacture planning process based on a CAD system with a technology oriented volume model. Computers & Graphics, v. 7, n. 2, 1983, p.125-141.

IAI - International Alliance for Interoperability. **Model - Industry Foundation Classes (IFC).**buildingSMART. 2010.

IBRAHIM, M.; KRAWCZYK, R. e SCHIPPOREIT, G. Two Approaches to BIM: A Comparative Study. In: eCAADe Conference, 22, 2004, Copenhagen. 610-616.

ITO, Armando L. Y. **Gestão da informação no processo de projeto de arquitetura: estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, 2007.

JACQUES, Jocelise J. de. Contribuições para a gestão da definição e transmissão de **informações técnicas no processo de projeto.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

KAM, C. **BIM Guide overview.** GSA Building Information Modeling Guide Series. 2007.

KERN, Andréa Parisi. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção.** Tese de doutorado. Porto Alegre. 2005.

KHEMLANI, L.. **Use of BIM by facility owners: an "Expotitions".** www.aecbytes.com/buildingthefuture/2006/Expotitions_meeting.html, 2006.

KHOSROWSHAHI, F.; KAKA, A. P. **Estimation of Project Total cost and Duration for Housing Projects in the UK**, Building and Environment, v. 31, n. 4, Pergamon. 1996

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações**. (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2003.

KOO, Bonsang; FISCHER, Martin. **Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction**. Center for Integrated Facility Engineering. 1998.

KUO, Chung-Lun; EASTMAN, Charles M. **Web-based application on cost estimation of curtain wall system**. Cultures and visions: CAAD Futures. 2009.

KYMMEL, Willem. **BUILDING INFORMATION MODELING : Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulation**. McGraw-Hill 2008.

LASTRES, Helena, FERRAZ, João Carlos. **Economia da informação, do conhecimento e do aprendizado**. Informação e globalização na era do conhecimento. Rio de Janeiro: Campus. 1999.

LAUDON, K. e LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação gerenciais**. 7º ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

LEICHT, R. M., MESSNER, J. I. **Comparing traditional schematic design documentation to a schematic building information model**. CIB W078 24th INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION AND 5th ITCEDU Workshop and 14th EG-ICE Workshop "BRINGING ITC KNOWLEDGE TO WORK". 2007.

LESCA, Humbert & ALMEIDA, Fernando C.. **Administração estratégica da informação**. Revista de Administração. São Paulo: Departamento de Administração, FEA-USP, v. 29, n.3, p.66-75, jul/set. 1994.

MARCHIORI, Fernanda. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composição de custos para orçamentação de obras de edificações**. (Doutorado) – Escola Politécnica de São Paulo. 2009.

MARCHESAN, Paulo R. C. **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). 2001.

MARIA, P. E. P.S. **Proposta de metodologia para elaboração de projeto básico sob o regime de preço global**. 2007.

MARTINS, Heloisa H. T. de Souza. **Metodologia qualitativa de pesquisa**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.30, n.2, p. 289-300, maio/ago. 2004.

MARQUES, H.R.; MANFROI, J.; CASTILHO, M.A.; NOAL, M.L. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. Campo Grande : UCDB. 2006.

MATIPA, W. M. **Total cost management at the design stage using a building product model.** (Doutorado em Philosophy Engineering). Faculty of Engineering, Department of Civil ND Environmental Engineering of National University of Ireland, Cork. 2008.

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** (Tese de Doutorado). Escola Politécnica da USP, São Paulo. 1994.

MICHEL, Bernardo Amarante. **Método de representação de processos em forma de fluxo – IDEF0.** Universidade de Caxias do Sul. Versão agosto/2002.

MONTEIRO, Nabor, VALENTIM, Marta. **Necessidades informacionais e aprendizagem no ciclo de vida de um projeto.** Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Campinas, v.5, n. 2, p. 53-66, jan/jun. 2008

MORAES, R.M.M; SERRA, S.M.B. **Análise e estruturação do processo de planejamento da produção na construção civil.** Revista INGEPRO. 2009.

MOREIRA, Daniel Augusto. **O método fenomenológico na pesquisa.** Cengage Learning Editores. 2002.

MOREIRA, Thomaz P. F. **A influência da parametrização dos softwares CAD arquiteturais no processo de projeção arquitetônica.** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Brasília. 2008.

MULLER, Ana Luiza. **Informações para placas cerâmicas de revestimento segundo a abordagem BIM.** Universidade Estadual de Londrina. Mestrado (Engenharia de Edificações e Saneamento). 2010.

MULLER, Marina Figueredo. **A interoperabilidade entre sistemas CAD de projeto de estruturas de concreto armado baseada em arquivos IFC.** (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal do Paraná. 2011.

NASCIMENTO, Luiz Antônio do; SANTOS, Eduardo Toledo. **A indústria da construção na era da informação.** Revista da ANTAC, 2003.

NASCIMENTO, V. de M.; SCHOELER, S. L. **A contribuição do estudo do fluxo de informações para a integração da gerência de canteiro de obras e gerência central: uma abordagem teórica para o subsetor edificações.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 1998.

NIBS - NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES - FACILITIES INFORMATION COUNCIL. National Building Information Model Standard. Version 1 – Part 1 Overview, Principles and Methodologies. Washington, USA. 2007.

OHASHI, E.A.M. **Sistema de Coordenação de Projetos de Alvenaria Estrutural.** (Dissertação de Mestrado). Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2001.

OLIVEIRA, B.F. **Fluxos informacionais e necessidades de informação no processo de tomada de decisão na gestão de obras públicas: um estudo de caso na Secretaria de Estado de Obras Públicas do Paraná.** (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal do Paraná. 2009.

OLIVEIRA, Miriam. **Caracterização de prédios habitacionais de Porto Alegre através de variáveis geométricas – uma proposta à partir das técnicas de estimativas preliminares de custo.** Porto Alegre. 125p. Dissertação – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1990.

OLIVEIRA, L.C.C.F. **Características e particularidades das ferramentas BIM: reflexos da implantação recente em escritórios de arquitetura.** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina. 2011.

PARISOTTO, J. A. **Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais - Estudo de Caso para uma Empresa Construtora.** (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

PEÑA, Monserrat Dueñas; FRANCO, Luiz Sérgio. **Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria.** Revista Gestão e Tecnologia de Projetos. 2006.

PEYERL, Fábio V. **Desenvolvimento de sistema de informações para controle de custos diretos de obras de construção.** Universidade Federal do Paraná (Mestrado em Construção Civil). 2007.

PETRUCCI JÚNIOR, R. **Modelo para gestão e compatibilização de projetos de edificações usando engenharia simultânea e ISO 9001.** 2003. (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

PISSARRA, Nuno M.M. **Utilização de Plataformas Colaborativas para o Desenvolvimento de Empreendimentos de Engenharia Civil.** (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Técnica de Lisboa. 2010.

REINERTSEN, D. G. **Managing the Design Factory: a Product Development Toolkit.** New York: The Free Press, 1997.

REZENDE, Paulo Emilio de. **Integração projeto - produção no processo de desenvolvimento de projeto: uma alternativa para melhoria da qualidade no setor da construção de OAE.** (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Minas Gerais. 2008.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. e outros. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para melhoria do processo.** São Paulo: Editora Saraiva. 2006.

RUIZ, José Maurício. **BIM Software evaluation model for general contractors.** (Master of Science). University of Florida. 2009.

SABOL, L. **Challenges in cost estimating with Building Information Modeling.** IFMA World Workplace. 2008.

SALES, A.L.F.; BARROS NETO, J.P.; FRANCELINO, T.R. **O fluxo de informação na construção civil: estudo aplicado em uma empresa construtora de Fortaleza.** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto. 2003.

SAMPAIO, Fernando Morethson. **Orçamento e custo da construção.** Ed. Hemus. 2005.

SANTOS, A. L. S., WITICOVSKI, L. C., GARCIA, L. E. M., SCHEER, S. **A utilização do BIM em projetos de construção civil.** Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial. V.1, n.2. 2009.

SANTOS, Joana Prata dos. **Planeamento da construção apoiada em modelos 4D virtuais.** (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Técnica de Lisboa. 2010.

SKOYLES, E.R. **Operational bills: a critical appreciation.** The Quantity Surveyor, v.21, p. 117-120. 1965.

SCHEER, Sergio. **BIM, ensino, pesquisa e a visão da universidade sobre as necessidades de desenvolvimento.** Seminário BIM SindusCon SP. 2010.

SCHEER, Sergio; AYRES FILHO, Cervantes G. **Abordando a BIM em níveis de modelagem.** Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. 2009.

SILVA, Ana Paula da. **Análise da qualidade da informação: um estudo de caso em rede de cooperação do setor madeireiro.** (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2007.

SILVA, J. C. B. S., AMORIM, S. R. L. de. **A contribuição dos sistemas de classificação para a tecnologia BIM – uma abordagem teórica.** V TIC. 2011.

SILVA, M. V. M. F. P. **Algumas considerações sobre sistemas de informação e diagrama de fluxo de dados.** In: II Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2002, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre : Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2002.

SILVA, M. V. M. F. P. **As atividades de coordenação e a gestão do conhecimento nos projetos de edificações.** (Mestrado em Construção Civil) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2005.

SILVA, Silvana da; SANTOS, Aguinaldo dos. **Comunicação organizacional em empresas construtoras sob a ótica do planejamento estratégico.** III SIBRAGEC. 2003.

SILVEIRA, Samuel João da. **Programa para Interoperabilidade entre Softwares de Planejamento e Editoração Gráfica para o Desenvolvimento do Planejamento 4D.** (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC. 2005.

SILVEIRA, Samuel João da; GOMÉZ, Luiz Alberto; JUNGLES, Antônio Edésio. **Metodologia para interoperabilidade entre softwares de planejamento e de visualização gráfica para o desenvolvimento do planejamento 4D.** XXVI ENEGEP. 2006.

SOUZA, C. A. de; ZWICKER, Ronaldo. **Ciclo de vida de sistemas ERP.** Caderno de pesquisas em administração, São Paulo, V.1, nº 11, 1º trim./2000.

SOUZA, L. L. A. de, AMORIM, S.R. L., LYRIO, A. de M. **Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidade no mercado imobiliário.** Gestão e Tecnologia de Projetos. V. 4, n. 2. 2009.

STEEL, James; DROGEMULLER, Robin; TOTH, Bianca. **Model interoperability in building information modelling.** 2010.

STONNER, Rodolfo. **Ferramentas de Planejamento. Utilizando o MS Project para gerenciar empreendimentos.** E-papers Serviços Editoriais. 2001.

TRESCASTROS, M. G. **Diretrizes para a segmentação e seqüenciamento das atividades no processo de projeto em ambientes simultâneos na construção civil.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). 2005.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (dissertação de mestrado). 1999.

VANNI, C. M. K; GOMES, A. M.; ANDERY, P. R. P. **Análise de Falhas Aplicada à Otimização de Projetos de Edificações.** In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Rio de Janeiro, UFRJ / ABEPRO, 1999.

VALENTIM, Marta L. P. **Inteligência Competitiva em Organizações: dado, informação e conhecimento.** DataGramZero - Revista de Ciência da Informação - v.3 n.4 ago/2002.

VASCONCELOS, Tiago M. N. R. F. de. **Solução para os principais atrasos e desperdícios na construção portuguesa.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 2010.

WANG, Richard Y; STRONG, Diane M. **Beyond Accuracy: what data quality means to data consumers.** Journal of Management Information Systems, v.12, n.4, p.5- 34, 1996.

XAVIER, Ivan. **Orçamento, planejamento e custos de obras.** Fundação para pesquisa ambiental. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Apostila de Curso. 2008.

XIE, Haivan; SHI, Wei; ISSA, Raja. **Using rfid and real-time virtual reality simulation for optimization in steel construction.** Journal of information technology in construction (itcon), vol. 16, pg. 291-308, 2011.

YANG, W. Z.; XIE, S. Q.; AI, Q. S. e ZHOU, Z. D. Recent development on product modelling: a review. International Journal of Production Research, v. 46, n. 1, 2008, p.6055-6085.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos.** Tradução de Daniel Grassi. 3a ed. Porto Alegre: Bookman. 2005.

ZHANG, X.; BAKIS, N., LUKINS, T.C.; IBRAHIM, Y.M.; WU, S.; KAGIOGLOU, M.; AOUAD, G.; KAKA, A.P.; TRUCCO, E. **Automating progress measurement of construction projects.** Journal Automation in Construction. 2009.

APÊNDICE A

Roteiro de entrevista semiestruturada para estudo exploratório do tema

Objetivos:

- Conhecer o processo de gestão de custos da empresa (estimativas, planejamento e controle);
- Conhecer o fluxo de informação entre projetistas – dep. de projetos – dep. de orçamento
- Ter acesso ao produto “orçamento” a fim de conhecer as suas particularidades.

Instrumento de coleta: questionário semiestruturado.

PARTE 1 – Sobre a empresa:

1. Área geográfica de atuação:
2. Tipo de empresa
3. Tipo de obra que faz
4. Padrão de empreendimentos:
5. Cargo do entrevistado
6. Com que tipo de contrato a empresa trabalha?
7. Desenho da estrutura organizacional da empresa
8. Desenho da estrutura organizacional do Dep. de orçamento
9. Desenho da estrutura organizacional do Dep. de projetos

PARTE 2 – Sobre o processo de orçamento:

10. Qual o software que usam para orçar?
11. Como é feito o orçamento? Quem faz? Em que fase do empreendimento é feito?
12. Como é feito o acompanhamento dos custos da obra?
13. Quem faz? Como faz? A cada quanto tempo faz? É feito via sistema ou nota fiscal?
14. Quais as áreas envolvidas no processo de orçamento?
15. É feito cronograma físico das atividades?
16. Quem faz? Como faz? A cada quanto tempo faz?
17. Como são feitas as atualizações?

18. Como é feita a retroalimentação do banco de dados de orçamento (coeficientes e preços)?

PARTE 3 – Sobre o produto orçamento:

19. Com base em que lógica é feita a codificação / itemização do orçamento?
20. Como é feito o levantamento de quantitativos em projeto?
21. O projetista faz? Dá para confiar no quantitativo que ele envia? Eles já consideram uma perda ou é o valor exato que teoricamente iria consumir?
22. Quem faz o levantamento na empresa?
23. Utilização alguma planilha ou programa de levantamento?
24. Em que fase do projeto?
25. A obra levanta de novo no momento de contratar ou comprar algum material?
26. Os critérios de medição estão explícitos no orçamento? Com base em que eles foram elaborados?
27. De onde vêm os coeficientes de produtividade utilizados no orçamento?
28. O engenheiro da obra ajuda na elaboração do orçamento? Que tipo de informação ele passa?
29. Como é feita a atualização dos preços do banco de dados?
30. As obras cotam e compram alguma coisa ou é somente o escritório que faz?
31. Como são as composições, fechadas com preço único por serviço ou tem vários insumos?
32. No orçamento o custo está dividido por andar?
33. Como é feito o cálculo do BDI? Quem determina?

PARTE 4 – Sobre a eficiência / importância dos dados gerados pelo orçamento

34. É feita uma previsão de desembolso, antes da obra iniciar para ajustar os picos de desembolso aos da receita, diminuindo ou aumentando o ritmo da produção? Curva S.
35. É possível saber se um custo de um serviço estourou antes que o serviço termine?

36. A empresa utiliza os dados de custo do controle para tomar decisões no lançamento de novos empreendimentos, como por exemplo: decisões sobre tecnologia a utilizar?
37. Quais os pontos fortes do sistema de orçamento da empresa?

A UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

THE BIM UTILIZATION IN THE CIVIL CONSTRUCTION PROJECTS

Prof^a. Adriana de Paula Lacerda Santos

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia de Produção, Setor de
Tecnologia, Centro Politécnico, s/n, Jardim das Américas, CP: 19011
Curitiba, Paraná, Brasil
adrianapls@ufpr.br

Lilian Cristine Witicovski

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Construção Civil, Setor de
Tecnologia, Centro Politécnico, s/n, Jardim das Américas
Curitiba, Paraná, Brasil
liliwiticovski@gmail.com

Luciana Emilia Machado Garcia

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Construção Civil, Setor de
Tecnologia, Centro Politécnico s/n Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil
lucianaemilia@ufpr.br

Prof. Sérgio Scheer

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Construção Civil, Setor de
Tecnologia, Centro Politécnico s/n Jardim das Américas, Curitiba, Paraná, Brasil
scheer@ufpr.br

RESUMO: O sucesso de um projeto de construção é o resultado do gerenciamento de diferentes recursos (materiais, mão-de-obra, equipamentos e capital) que podem estar sujeitos a limitações e restrições. As informações sobre os recursos são fundamentais para o controle do projeto. O sucesso do planejamento e controle do projeto depende da eficiência de modelo computacional que é utilizado. O planejamento do empreendimento não envolve somente a dimensão tempo, mas também a estimativa de custo para cada uma das atividades. Enquanto a fase de planejamento contempla o processo de decisão, quando são definidos os programas, as metas, os objetivos a serem atingidos e os resultados desejados e atribuídos aos órgãos, o orçamento considera os insumos e os custos atribuídos aos processos e aos produtos da empresa. Este artigo discute métodos que são usados para realizar o processo de quantificação durante todo o ciclo de vida do projeto conectada ao planejamento e controle da produção das obras, procurando atender as necessidades e objetivos previamente definidos no planejamento estratégico. Neste contexto, o uso do BIM – *Building Information Modeling* pode proporcionar quantificação automática e precisa e, conseqüentemente, reduzir a variabilidade na orçamentação e aumentar sua velocidade, permitindo a exploração de mais alternativas de projeto. Dessa forma, pretende-se proporcionar respostas aos gerentes de maneiras rápida, precisa e de fácil entendimento, possibilitando uma maior visibilidade para o controle das ações no dimensionamento dos recursos necessários à execução da obra.

Palavras chave: Orçamento. Levantamento de quantitativos. BIM.

ABSTRACT: The success of a construction project is the result of management of several and different resources such as: construction materials, workmanship, construction equipment and financial resources that present restrictions and limitations. The project resource and the data base are needed for a good project control. The success of project planning and control depends on the efficiency modeling, using computational tools. The project planning does not involve only the time planning. It is necessary to develop the project budget. The time planning phase contains the building strategy and the project goals. The budget must present the resources quantities and the relative costs. This paper discusses the methods which are used to establish the quantification process during the cycle time of a construction project. It aims to look for the project planning. In this context, the Building Information Modeling - BIM is able to prove the automatic quantification and it can reduce the most usual problems of the budget. Other BIM advantages are its fast way to quantify the activities from designs and its easy view of the information, which are important characteristics of the budget process.

Keywords: Budget. Quantification resources. BIM.

1. INTRODUÇÃO

Todo e qualquer empreendimento, nos dias atuais, tendo em vista um mercado cada vez mais competitivo e um consumidor bastante exigente, requer um estudo de viabilidade econômica, um orçamento detalhado e um rigoroso acompanhamento físico-financeiro da obra (KNOLSEISEN, 2003).

Os orçamentos para obras de construção civil compreendem o levantamento da quantidade de serviços, seus respectivos preços unitários e os preços globais do investimento; que devem ser apresentados numa planilha onde consta a descrição dos serviços com suas

respectivas unidades de medidas e quantidades, composição dos preços unitários envolvendo mão-de-obra e materiais, preço unitário de cada serviço e, preferencialmente, o valor total por item e o valor global da obra (COELHO, 2001).

Vários métodos são usados para dar conta de todas as quantidades e os custos associados com um projeto de construção. Um orçamentista deve considerar os planos de construção, especificações, as condições do local, custos, inflação provável, lucros potenciais, o tempo, especiais situações, jurídicas, municipais, administrativas e questões de segurança. Corretamente, quantificar cada um desses itens, pode ser desafiador e demorado (ALDER, 2006).

O método utilizado para obter o custo da construção está relacionado com o estágio de detalhamento do projeto, com o tempo disponível para análise e com o uso a que se destina. Entretanto, os métodos invariavelmente contam com os dados históricos de projetos anteriores, os quais compreendem as composições, os quantitativos e as relações entre as variáveis geométricas (PARISOTTO, 2003).

O processo orçamentário é um sistema de trabalho que, envolvendo toda a empresa, tem por objetivo prever os custos a serem incorridos e o faturamento que cada produto disponível pode realizar, considerando um determinado período de tempo ou exercício, visando avaliar o desempenho da mesma e a consequente expressão na projeção do balanço do exercício atual ou subsequente (KNOLSEISEN, 2003).

Dentre os métodos de estimativas existentes, alguns são mais complexos, fundamentados em características geométricas definitivas, como é o caso do orçamento discriminado, enquanto outros se fundamentam em características mais simples e oferecem uma maior velocidade no processamento dos resultados, embora menos precisos. Mesmo que a precisão de uma estimativa de custo esteja diretamente relacionada à quantidade de informações disponíveis sobre um determinado projeto, nota-se que diferentes tipos de informações afetam distintamente tal precisão, sendo que aqueles dados de caráter mais geral apresentam-se como os mais relevantes e, desta forma, as informações gerais concentram um conhecimento suficiente para a tomada de decisão (OTERO, 2000).

2. O ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Para avaliar a viabilidade de um empreendimento, é necessário estimar seu custo. Esta estimativa é realizada por meio da elaboração do orçamento (ANDRADE, SOUZA, 2002). Pode-se conceituar orçamento como um instrumento de planejamento e de controle vinculado

aos planos de produção e investimento com a finalidade de otimizar o rendimento dos recursos físicos e monetários à disposição da empresa (ZDANOWICZ, 1984).

Para Limmer (1997), orçamento é definido como a determinação dos gastos necessários para a realização de um projeto. A preparação de um orçamento é imprescindível, para um bom planejamento, pois é com base nele que advém o sucesso de qualquer empreendimento de construção predial. De acordo com Coelho (2006), somente após a conclusão do orçamento pode-se determinar a viabilidade técnico-econômica do empreendimento, o cronograma físico-financeiro da obra, o cronograma detalhado do empreendimento e os relatórios para acompanhamento físico-financeiro.

É importante ressaltar que todo e qualquer empreendimento, contemporaneamente, tendo em vista um mercado cada vez mais competitivo e um consumidor bastante exigente, requer um estudo de viabilidade econômica, um orçamento detalhado e um rigoroso acompanhamento físico-financeiro da obra (KNOLSEISEN, 2003).

Existem muitos tipos de orçamento de produto utilizados na construção civil. Como exemplo, pode-se destacar o orçamento convencional, o executivo, o paramétrico, por características geométricas, processo de correlação, dentre outros (ANDRADE, 1996; ARAÚJO, 2003):

- a) **Convencional:** é feito a partir de composições de custo, dividindo os serviços em partes e orçando por unidade de serviço.
- b) **Executivo:** este tipo de orçamento preocupa-se com todos os detalhes de como a obra será executada, modelando os custos de acordo com a forma que eles ocorrem na obra ao longo do tempo.
- c) **Paramétrico:** é um orçamento aproximado, utilizado em estudos de viabilidade ou consulta rápidas de clientes. Está baseado na determinação de constantes de consumo dos insumos por unidade de serviço.
- d) **Método pelas características geométricas:** baseia-se na análise de custos por elementos de construção de edifícios do mesmo tipo e com alguma semelhança relativa do elemento analisado no edifício de estudo.
- e) **Processo de correlação:** o custo é correlacionado com uma ou mais variáveis de mensuração, podendo ser uma correlação simples (produtos semelhantes) ou uma correlação múltipla (o projeto é decomposto em partes ou itens).

2.1 Estimativa de custos

A estimativa de custo deve ser utilizada em etapas iniciais dos estudos de um empreendimento, quando as informações ainda não estão completas para a elaboração do orçamento detalhado. Não se deve confundir estimativa de custo com orçamento de uma construção; a estimativa é um cálculo expedido para avaliação de um serviço, podendo, para tanto, ser adotado como base os índices financeiros conhecidos no mercado, não devendo ser utilizado em propostas comerciais ou para fechar contratos (DIAS, 2006).

No caso de obras de edificações, um indicador bastante usado é o custo do metro quadrado construído. Inúmeras são as fontes de referência desse parâmetro, sendo o Custo Unitário Básico (CUB) o mais utilizado (MATTOS, 2006).

Os critérios e normas para o cálculo do CUB estão estabelecidos na norma brasileira NBR 12.721/2006 que descreve um método de avaliação de custos unitários de construção e incorporação imobiliária e outras disposições de condomínios de edifícios, sendo responsabilidade dos sindicatos da construção civil, estaduais, calcular e divulgar este índice paramétrico.

2.2 Orçamento convencional

O orçamento de uma obra pode ser definido como uma estimativa ou previsão expressa em termos quantitativos físicos ou monetários que visa auxiliar o gerenciamento e a tomada de decisões, seja para a empresa como um todo ou apenas para uma obra. Os quantitativos físicos referem-se, por exemplo, à: quantidades de materiais de escritório, materiais de construção, horas de mão-de-obra, horas de equipamentos. Já os quantitativos monetários referem-se à: receitas, despesas, custos, recebimentos e desembolsos (PIETER, VAART, 2004).

Os orçamentos tradicionais geralmente dividem os custos da obra em custos diretos e indiretos. Consideram como custos diretos todos aqueles referentes aos insumos da obra, como, por exemplo, os custos de materiais, equipamentos, mão-de-obra e encargos sociais, sendo os custos indiretos aqueles referentes à administração, ao financiamento e aos impostos (GOLDMAN, 1997; LIMMER, 1996; DIAS, 2003).

Kern (2005) esclarece que para estimar os custos diretos, os orçamentos tradicionais fundamentam-se em levantamentos quantitativos de projetos e utilizam composições de custos relativas às atividades de transformação da obra, por meio de coeficientes de consumo, para cada insumo da atividade orçada.

Matipa (2008) aponta a experiência profissional do orçamentista como obtenção de estimativas de custo, usando anos de conhecimento para montar um preço preliminar.

2.3 Orçamento executivo

Os projetos de construção exigem estimativas precisas para cada etapa do processo. No entanto, como os construtores se envolvem mais cedo no projeto, estimar os custos são, muitas vezes, transferidas para eles. Para evitar gastar recursos significativos de cada mudança no projeto, orçamentistas precisam de ferramentas que pode ajustar rapidamente a estimativa dos custos do projeto (ALDER, 2006). Os orçamentos tradicionais não passam de uma simples lista de preços estimados de elementos construtivos, sem considerar custos relacionados aos métodos e duração das atividades de produção. Não produzem valores reais, tendo em vista o grande número de situações na construção nas quais os custos não são proporcionais à quantidade (KERN, 2005). O orçamento convencional não reflete a maneira pela qual o trabalho é conduzido no canteiro, pois os itens são agrupados por equipes, independente de onde o trabalho ocorre ou da dificuldade de construção (KERN, 2005).

A noção de orçamento executivo surgiu para adequar às informações fornecidas pelo orçamento aos dados obtidos em obra segundo o conceito de operação, ou seja, toda a tarefa executada por um mesmo tipo de mão-de-obra, de forma contínua, com início e fim definidos.

Comparando o orçamento executivo, com o convencional, percebe-se que a maior distinção está no fator tempo. Enquanto, que na abordagem convencional a orçamentação é feita com base na obra pronta, desconsiderando o processo envolvido na fase de execução, na abordagem do orçamento executivo parte-se de uma programação prévia, analisando detalhadamente todo o processo construtivo para se chegar a uma estimativa de custo detalhada. Nesta última abordagem, apenas o custo dos materiais é proporcional à quantidade produzida, enquanto os custos de mão-de-obra e equipamentos são proporcionais ao tempo (GELDERMAN, WEELE, 2005).

No orçamento convencional, os custos são obtidos para cada serviço. No orçamento executivo, os custos são obtidos para cada operação. As diferenças entre o orçamento convencional e o executivo podem ser visualizadas na Figura 1.

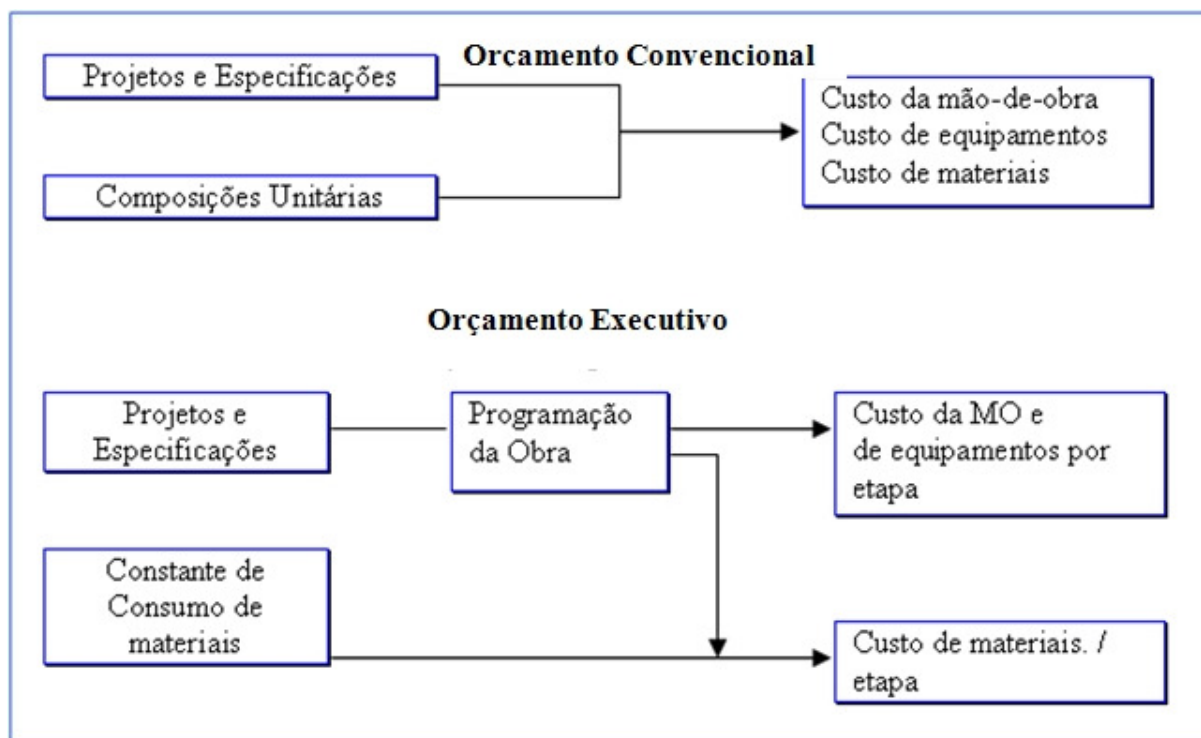


Figura 1 – Diferenças entre o orçamento convencional e o orçamento executivo

Fonte: autores

2.4 Levantamento de quantitativo

A importância do levantamento de quantitativo dos serviços do projeto fornece o ponto de partida para a avaliação global do papel da gestão de custos dentro uma equipe do projeto (MATIPA, 2008). O levantamento de quantitativos pode ser realizado tanto manualmente quanto eletronicamente, dependendo da preferência e das ferramentas disponíveis pelo orçamentista. Os métodos tradicionais de se realizar um levantamento incluem a medição e todos os elementos de um edifício, utilizando-se da escala. Este método pode ser bastante tedioso, especialmente a transferências de medições para um arquivo, sendo que estas devem ser verificadas cuidadosamente para assegurar a exatidão (ALDER, 2006).

Estimativa de custos para projetos de construção, tradicionalmente começa com uma quantificação, processo intensivo de registro dos componentes de conjuntos de desenhos impressos, ou mais recentemente, desenhos CAD (*Computer-Aided Design*). A partir destas quantidades, orçamentistas utilizam métodos de planilhas de custos para produzir aplicações do projeto estimado. Este processo está sujeito a erro humano e tende a propagar imprecisões. A quantificação também é demorada e pode exigir 50% a 80% de uma estimativa de custo de tempo em um projeto (SABOL, 2008).

Se tal dado fosse armazenado em um único formato, tornar-se-ia mais fácil construir um modelo de custos que pudesse ser usado para auxiliar a equipe de projeto. Ao contrário,

variados formatos de dados podem afetar dimensões de engenharia tais como: tempo de dinheiro, recursos, custos de financiamento (MATIPA, 2008). A comunicação entre os envolvidos é outro fator a salientar. A má comunicação entre os profissionais, especialmente sobre a localização de informações, pode desencorajar a partilha de informação (KHOSROWSHAHI; KAKÁ, 1996).

Na lógica do orçamento executivo, a forma de levantamento de quantitativos vai ao encontro à estratégia de execução do empreendimento. Desta forma, o orçamento pode ser elaborado para cada período desejado (semanas, quinzenas, meses), gerando listas de materiais mensais de acordo com os serviços programados para serem executados em tal período.

3. MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa utilizada para a elaboração deste artigo é um estudo de caso, que de acordo com Gil (2007), o estudo de caso tem o propósito de explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos, descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação, explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas em que não é possível a utilização de estratégias como o levantamento e os experimentos, pode ser utilizado em pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas.

Segundo Robson (2002), o estudo de caso requer um conhecimento intenso sobre um determinado caso e tem como característica a seleção de um determinado caso (ou um número pequeno de casos relacionados) de uma situação, individual ou grupo de interesse ou assunto que diz respeito.

As seguintes questões foram norteadas para a realização do estudo:

- Que informações são geradas pelos sistemas de gestão de custos utilizados?
- Quais são as principais falhas dos sistemas de gestão de custos tradicionais e operacionais?
- Que ações de melhorias aos sistemas de gestão de custos podem ser propostas?

Para responder estas perguntas, foram realizados dois diagnósticos de sistemas de gestão de custos: o primeiro refere-se a um orçamento tradicional apresentado por uma empresa construtora que atua na execução de obras industriais e comerciais já o segundo refere-se a um orçamento executivo realizado pelos autores. A obra é uma readequação de um

hospital psiquiátrico. Foram analisados o formato, o conteúdo, o fluxo de informação dos sistemas de gestão de custos e os *softwares* utilizados. Buscou-se entender como ocorria a troca de informações para identificar as boas práticas e as principais falhas dos sistemas utilizados. Além das principais dificuldades encontradas na elaboração do estudo, visando identificar as possíveis causas para serem consideradas na proposta. Baseado nestas necessidades foi proposto a utilização do sistema BIM (*Building Information Modeling*) para facilitar o processo de quantificação de serviços da obra.

4. RESULTADOS

O estudo de caso foi caracterizado por informações e dados disponibilizados pelos setores de suprimentos e planejamento da empresa. A Figura 2 representa um desenho do fluxo de informação do sistema atual de orçamentos do estudo de caso. Este esquema apresenta a participação dos diferentes processos e *softwares* utilizados.

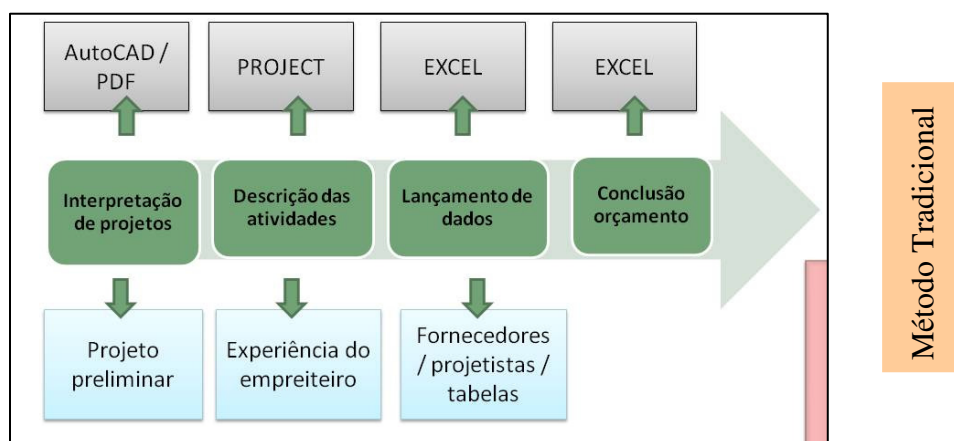


Figura 2 - Esquema de fluxo de informações (orçamento convencional)
Fonte: Autores

Visualizando a Figura 2, pôde-se perceber que o orçamentista realiza o orçamento a partir de informações dos memoriais e projetos, tais como: dimensões e especificações técnicas. Nesta etapa inicial, apenas o projeto de arquitetura estava finalizado. O levantamento de quantitativos foi feito manualmente em projetos plotados e pela experiência do orçamentistas com dados “aproximados”, pois os projetos foram entregues em PDF (*Portable Document Format*) e alguns detalhamentos em DWG (*Drawing*). A partir daí, lançou-se no *Project* as atividades principais da obra sem durações e sem as atividades antecessoras e predecessoras.

Na Tabela 1 é mostrada a composição de custos de materiais e mão-de-obra para cada atividade listada na planilha do *software MS Excel*. Para estimativa de custos diretos, a

empresa utiliza um *software* de orçamento que possui um banco de dados com composições de custos e insumos de serviços com coeficientes de consumo e preços. Os serviços que não existem no banco de dados devem ser estimados pelo orçamentista com o apoio de fornecedores e a composição de custo passa a ser incluída no banco de dados. A busca por redução dos custos dos empreendimentos praticada pela empresa é fortemente baseada em negociações com fornecedores.

Tabela 1 – Composição de custos no Excel

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO MAT. (UNIT.)(R\$)	PREÇO MAT. (TOT.)(R\$)	PREÇO M.O. (UNIT.)(R\$)	PREÇO M.O. (TOT.)(R\$)	PREÇO FINAL (UNIT.)(R\$)	PREÇO FINAL (TOT.)(R\$)
PAVIMENTAÇÃO								
PAVIMENTAÇÃO INTERTRAÇADA de blocos de concreto sobre coxim de areia	M2	234,58	38,09	8.935,34	38,97	9.140,93	77,06	18.076,27

Fonte: Autores

4.1 ORÇAMENTO EXECUTIVO

Com as informações disponibilizadas no estudo foi possível desenvolver o orçamento executivo do empreendimento. A Figura 3 representa o desenho do fluxo de informação do processo de orçamentos contemplando os diferentes processos e *softwares* utilizados.



Figura 3 – Esquema de fluxo de informações – orçamento executivo

Fonte: Autores

Para a realização do orçamento executivo, além das atividades necessárias à realização da obra identificadas em projetos e memoriais descritivos, considerou-se os aspectos da produção. A obra foi dividida em unidades de acordo com as suas particularidades do projeto definidas em etapas de obra como mostrado na Figura 4.

LOCALIZAÇÃO (sem escala) :

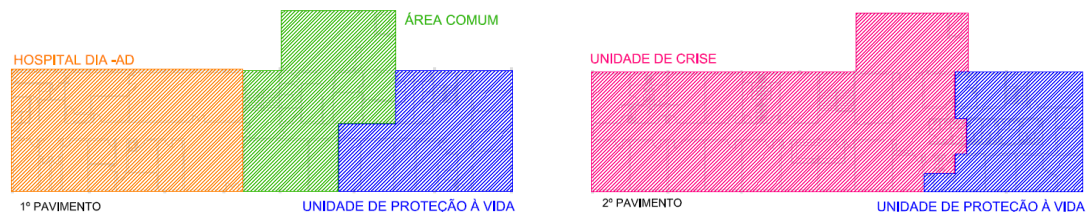


Figura 4 - Esquema de divisão em unidades das etapas da obra

Fonte: Autores

A partir deste esquema de divisões de etapas da obra, o planejamento foi elaborado no *Project* com auxílio da obra quanto às durações e atividades predecessoras como mostra a Figura 5.

	Nome da tarefa	Duração	Início	Término
1	READEQUAÇÃO HOSPITAL	413 dias	Ter 15/9/09	Qui 14/4/11
2	ESCOPO E TERRENO	49,42 dias	Ter 15/9/09	Seg 23/11/09
25	EDIFÍCIO - Unidade de Crise	351,58 dias	Seg 23/11/09	Ter 29/3/11
193	EDIFÍCIO - Unidade de Proteção à vida	401 dias	Ter 15/9/09	Ter 29/3/11
361	EDIFÍCIO - Hospital dia	401 dias	Ter 15/9/09	Ter 29/3/11
529	FACHADA	39 dias	Sex 30/7/10	Qua 22/9/10
541	COBERTURA	33 dias	Seg 9/8/10	Qua 22/9/10
548	COBERTURA	0 dias	Qua 22/9/10	Qua 22/9/10
549	PÁTIO INTERNO - TÉRREO	59 dias	Seg 23/11/09	Sex 12/2/10
590	PÁTIO INTERNO	0 dias	Seg 23/11/09	Seg 23/11/09
591	Limpeza geral da obra	12 dias	Qua 30/3/11	Qui 14/4/11

Figura 5 – Planejamento de atividades

Fonte: Autores

Para a tomada de decisões que envolvem a questão custo é necessário avaliar o impacto da decisão tomada no custo total do empreendimento. Com o planejamento ilustrado na Figura 6, as tomadas de decisões como a diminuição ou aumento do prazo de execução, as facilidades ou dificuldades no canteiro para a realização de demais atividades e o impacto no fluxo de caixa podem ser evitados e facilitados. Análises de custos isoladas podem indicar que uma decisão implica em aumento de custo de uma atividade.

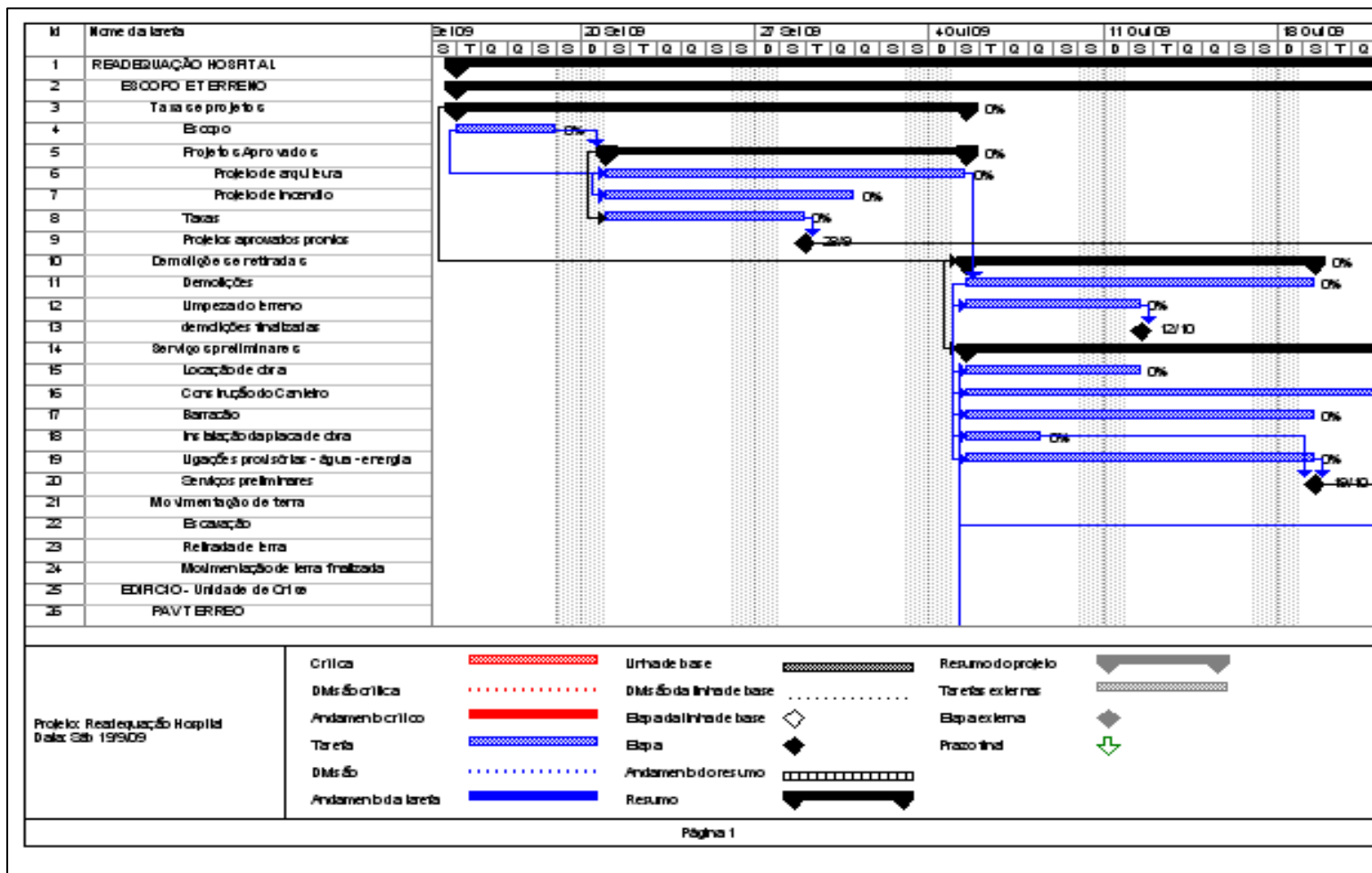


Figura 6 – Gráfico de Gantt
Fonte: Autores

Na Figura 7 está a composição de custos de materiais e mão-de-obra para cada atividade as quais foram listadas, utilizando-se o *software* Excel. Na sequência, estes dados foram transferidos para o planejamento desenvolvido no *MS Project* a fim de possibilitar o controle da obra.

COMPOSIÇÃO DE PREÇO UNITÁRIO								
READEQUAÇÃO HOSPITAL							DATA: MARÇO/2009	
CÓDIGO		SERVIÇO:						UNIDADE
AUX 10.6.3		Revestimento de Concreto Asfáltico Betuminoso / Quente e=4cm						m²
CÓDIGO	EQUIPAMENTOS	UND	QUANT	UTILIZAÇÃO OPERATIVA	UTILIZAÇÃO IMPRODUTIVA	CUSTO OPER	CUSTO IMPROD	CUSTO HORÁRIO
4262	PA CARREGADEIRA SOBRE RODA	h	0,0000012	1,00000	0,00	383746,00	0,00	0,46
6067	ROLO COMPACTADOR VIBRATOR	h	0,0000011	1,00000	0,00	181702,52	0,00	0,20
10488	VIBROACABADORA DE ASFALTO	un	0,0000012	1,00000	0,00	847495,00	0,00	1,02
10642	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS	un	0,000001	1,00000	0,00	322660,22	0,00	0,32
13234	USINA DE ASFALTO A QUENTE, F	un	0,0000013	1,0000	0,00	1252377,47	0,00	1,63
13911	GRUPO GERADOR, 125/145 KVA,	un	0,000001	1,0000	0,00	53624,61	0,00	0,05
(A) CUSTO HORÁRIO DE EQUIPAMENTOS - TOTAL								3,68
CÓDIGO	MÃO-DE-OBRA SUPLEMENTAR			UND	COEFICIENTE	SALÁRIO BASE	CUSTO HORÁRIO	
2708	ENGENHEIRO OU ARQUITETO CHEFE/SENIOR			h	0,0100	33,19	0,33	
4069	MESTRE DE OBRAS			h	0,0100	5,54	0,06	
4230	OPERADOR DE MAQUINAS E EQUIPAMENTOS			h	0,0776	4,20	0,33	
6111	SERVENTE OU OPERARIO NAO QUALIFICADO			h	0,1014	1,96	0,20	
6115	AJUDANTE			h	0,0112	1,96	0,02	
6122	APONTADOR OU APROPRIADOR			h	0,0100	4,56	0,05	
7153	TECNICO DE LABORATORIO			h	0,0199	5,13	0,10	
11653	SALARIO MINIMO (MENSAL)			m	0,0003	415,00	0,14	
				(B) CUSTO HORÁRIO DE MÃO-DE-OBRA			1,23	
				Encargos Sociais de			103,18%	
				(B) CUSTO UNITÁRIO DE MÃO DE OBRA			2,57	
				CUSTO HORÁRIO TOTAL			6,25	
PRODUÇÃO DA EQUIPE (C)		1	(D) CUSTO UNITÁRIO DE EXECUÇÃO (A) + (B) / C			6,25		
CÓDIGO	MATERIAIS/SERVIÇOS			UND	CONSUMO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL	
497	CIMENTO ASFALTICO DE PETROLEO A GRANEL 50/60(CAP 20)			t	0,0061	1547,18	9,41	
1379	CIMENTO PORTLAND COMUM CP I- 32			kg	1,2380	0,39	0,48	
4221	OLEO DIESEL COMBUSTIVEL COMUM			l	0,1289	2,14	0,28	
4227	OLEO LUBRIFICANTE P/ EQUIP. PESADO (CAMINHAO/TRATOR/RETRO)			l	0,0033	7,88	0,03	
4229	GRAXA			kg	0,0012	9,43	0,01	
4718	PEDRA BRITADA N. 2 OU 25 MM			m³	0,0208	35,00	0,73	
4721	PEDRA BRITADA N. 1 OU 19 MM			m³	0,0208	36,23	0,75	
4741	PÓ-DE-PEDRA			m³	0,0324	29,26	0,95	
11138	OLEO COMBUSTIVEL BPF A GRANEL			l	0,6871	0,90	0,62	
(E) CUSTO DE MATERIAIS - TOTAL								13,26
Composição SINAPI 26556/18								
CUSTO UNITÁRIO - TOTAL (D) + (E)							19,51	
BONIFICAÇÃO - BDI							0,00	
PREÇO UNITÁRIO TOTAL							19,51	

Figura 7 – Composição de custos no Excel

Fonte: Autores

Baseado nos dados coletados, foi produzido o Quadro 1, que apresenta as características do orçamento convencional e do executivo.

	CONVENCIONAL	EXECUTIVO
Informação	Diferentes documentos e envolvimento com os participantes do processo. Quantificação manual.	Diferentes documentos. Integração e envolvimento com os participantes do processo. Quantificação manual.
Dinamismo	O orçamento deve ser constantemente atualizado. Atualização de projetos.	O orçamento e planejamento devem ser constantemente atualizados. Atualização de projetos e problemas apresentados na obra.
Software	Falta de interoperabilidade. BANCO DE DADOS X ORÇAMENTO.	Falta de interoperabilidade. Integração dos documentos ORÇAMENTO X PLANEJAMENTO (longo prazo).

Quadro 1 – Dificuldades apresentadas na elaboração do orçamento convencional e executivo
Fonte: Autores

5. PROPOSTA DE QUANTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

O BIM oferece uma tecnologia potencialmente transformadora pela sua capacidade de fornecer um recurso compartilhado digital para todos os participantes na gestão do ciclo de vida de um edifício, desde o desenho preliminar, até a gestão de instalações, como mostra a sua troca de informações na Figura 8.

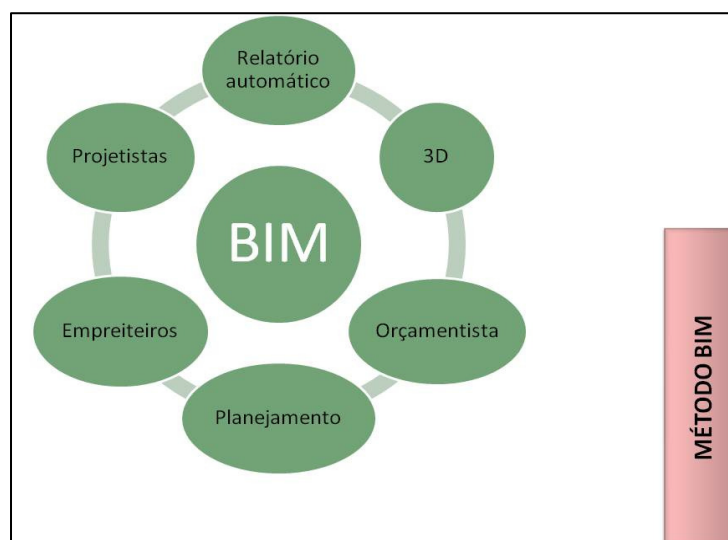


Figura 8 – Fluxo de informações modelo BIM
Fonte: SABOL (2008)

Como um banco de dados visual dos componentes do edifício, Sabol (2008) apresenta, na Figura 9, um comparativo de quantificação do modelo tradicional com o modelo BIM que pode fornecer a quantificação exata e automatizada, e ajudar na redução significativa da variabilidade das estimativas de custo.

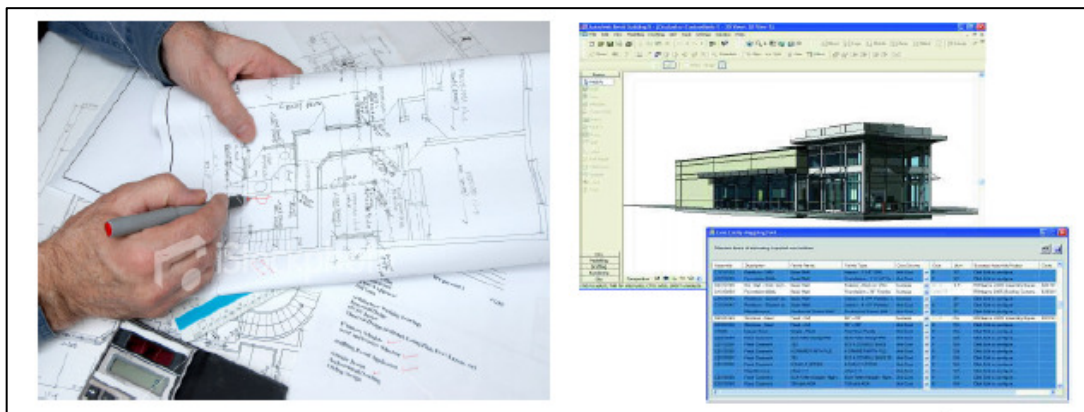


Figura 9 – Estimativa de custos tradicional x quantificação BIM
Fonte: SABOL (2008)

A diferença do BIM e do CAD é a elaboração do projeto, pelo usuário, usando objetos ao invés de apenas as linhas. O BIM contém propriedades predefinidas, ou propriedades definidas pelo usuário, que completam quantidades de material (ALDER, 2006).

Produzir estimativas exige a capacidade não somente de contar blocos cerâmicos, portas, janelas, acessórios hidro-sanitários, mas também a visualização destes elementos. Com a utilização do modelo BIM, há uma produção de dados concretos nas fases iniciais do processo de projeto. Várias versões de tais documentos podem existir e o acesso às últimas versões é de crucial importância. O intercâmbio de dados digitais sobre um projeto de construção pode substituir a base de processos impressos e pode aumentar a velocidade e a eficiência da comunicação, bem como melhorar a gestão dos custos da concepção à conclusão – também conhecida como gestão total de custos. O objetivo, no entanto, é integrar todos os dados multidisciplinares gerado pela obra e otimizar a sua utilização (MATIPA, 2008). Assim, os orçamentistas compreendem e visualizam exatamente o que está a ser quantificado para analisar tais cenários diferente (ALDER, 2006).

Alder (2006) apresenta muitos atributos que podem ajudar na estimativa e na quantificação utilizando-se da ferramenta BIM, são eles:

- Visualização e compreensão do escopo do projeto – visão tridimensional.
- Atributos dimensionais a partir de objetos sem quaisquer problemas de escala errada – exibir os itens a serem quantificados.
- Como um modelo é criado, a lista de materiais ou lista parametricamente tornam-se disponíveis e são ligadas aos objetos no modelo. Estas listas podem ser modificadas

para mostrar os parâmetros dos objetos no modelo, tais como as quantidades e dimensões atualizadas automaticamente.

- É possível isolar os objetos na visão tridimensional para verificar a correta quantificação o orçamento é desenvolvido com detalhe significativo (detalhadas pelo sistema).
- É possível fornecer um entendimento de onde está a variância e a importância.
- A comparação com os dados iniciais são possíveis.
- A estrutura de custos é disponível para as partes fundamentais para avaliação das áreas onde são possíveis grandes melhorias.

A idéia de um único repositório se torna mais acessível a todos os usuários, a questão resume-se à guarda e controle sobre os dados do produto, como ele é criado e atualizado. Cada item é descrito apenas uma vez, usando qualquer ferramenta de modelagem. Mesmo que a extração automática das quantidades possa ser alcançada pela maioria dos sistemas, o problema reside com a utilização da extração de quantitativos especialmente em situações onde os orçamentistas são omitidos do processo de projeto. É inevitável que a documentação e os dados sejam cada vez mais automatizados a ponto da quantificação e de outros processos técnicos exigirem a mínima intervenção humana (MATIPA, 2008).

6. CONCLUSÕES

Conclui-se que um o processo orçamentário deve ser fortemente vinculado ao planejamento e controle da produção, em todo o ciclo de vida do empreendimento num ambiente altamente dinâmico. A diferença de formato e informação entre o orçamento tradicional e o executivo está no nível de detalhamento e lógica de execução do processo. Um diferencial do orçamento executivo é que a informação é mais flexível no sentido de ser facilmente modificada na medida em que ocorrem mudanças no projeto e produção.

Com o orçamento tradicional preconiza-se os custos e quantidades totais dos serviços; isso resulta na necessidade de se fazer um novo levantamento de quantitativo cada vez que se tem um ajuste no projeto original. A falta de comunicação entre setores resulta também na realização de nova quantificação de serviço, seja por não confiar no dado do orçamento, seja por ter havido modificações de projeto sem que as mesmas fossem consideradas no cálculo de quantitativo do orçamento (ANDRADE; SOUZA, 2003). Em geral, a entrega do projeto

integrado resultará em maior intensidade com maior envolvimento da equipe de orçamento nas fases iniciais do projeto.

Conforme *A Working Definition* (2007) a *Integrated Project Delivery* (IPD) é uma abordagem focado em projetos que visam a integração de pessoas, sistemas, estruturas e práticas comerciais em um processo colaborativo que explora os talentos e idéias de todos participantes para reduzir o desperdício e otimizar a eficiência em todas as fases de projeto, fabricação e construção. Assim, ao se tratar da estrutura de custos, ela é desenvolvida mais cedo e em maior detalhe que um projeto convencional. O levantamento de quantitativos do projeto, quando realizados pelo BIM, permite uma rápida avaliação sobre o impacto de uma decisão do projeto no custo da obra.

O BIM oferece uma tecnologia potencialmente transformadora, por meio da sua capacidade de fornecer um recurso compartilhado digital, para todos os participantes na gestão do ciclo de vida de um edifício, desde o desenho preliminar, até a gestão de instalações. Como um banco de dados visual dos componentes do edifício, o BIM pode fornecer a quantificação exata e automatizada e ajudar na redução significativa da variabilidade das estimativas de custos (SABOL, 2008).

As mudanças e implantações de situações diferentes do cotidiano geram resistências e incertezas por conta dos participantes do processo. A mudança cultural deve partir das questões de formação de arquitetos e engenheiros. De maneira geral, falta aos profissionais intervenientes, nessa cadeia, uma visão holística do empreendimento e falta-lhes o entendimento de como o valor – atendimento de suas expectativas – é gerado e evolui ao longo da cadeia. Prevalece entre esses profissionais uma mentalidade contratual, caracterizada por uma contínua negociação a respeito de obrigações e responsabilidades. Isso implica em que o processo construtivo seja segmentado, aonde as soluções, ao longo da cadeia, desde as etapas iniciais, vão trocando sucessivamente de mãos, de maneira sequencial, sem mecanismos que garantam uma efetiva sinergia e interação entre os diversos projetistas e engenheiros de obra.

As empresas têm tido dificuldades de manter a cadeia produtiva eficiente e um dos motivos é a terceirização excessiva e sem padronização dos processos. Não há como garantir resultados se o fornecedor não enxergar as metas estipuladas pelo cliente e prometidas pela empresa. Isso provoca gargalos no fluxo produtivo, causando erros estruturais e retrabalhos.

REFERÊNCIAS

A WORKING DEFINITION VERSION 1, AIA California. 2007.

ALDER, M. A. **Comparing time and accuracy of building information modeling to on-screen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate**. Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University. 2006.

ANDRADE, A. C., SOUZA U. E. L. Diferentes abordagens quanto ao orçamento de obras habitacionais: aplicação ao caso do assentamento da alvenaria. In: **Anais...** do IX Encontro Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído – Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002.

_____. Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para a confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento. São Carlos, SP. **Simpósio Brasileiro de Gestão e economia da Construção**. São Carlos, SP. 2003

ANDRADE, V. A. A. **Modelagem dos custos para casas de classe média**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.

ARAÚJO, T. D. P. de. **Construção de edifícios I: orçamento, especificações, cronograma** – Notas de aulas. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará: 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.721: **Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios** – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

COELHO, R. S. de A. **Planejamento e controle de custos nas edificações**. São Luís: UEMA, 2006.

COELHO, R. S. **Orçamento de obras prediais**. Editora UEMA, São Luís/MA. 2001.

DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos: uma metodologia de orçamentação para obras civis**. Itaperuna: Hoffmann, 2006.

DIAS, P. R. V. **Preços de serviços de engenharia e arquitetura consultivo: empresas e profissionais**. 2. Ed., Rio de Janeiro: Copiare. 2003.

GELDERMAN, C. J.; WEELE, A. J. Purchasing Portfolio Models: A Critique and Update. **Journal of Supply Chain Management**, v. 41, n. 3, p. 19-29, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2007.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 3. Ed., São Paulo: PINI. 1997.

KERN, Andréa Parisi. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. Tese. Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

KHOSROWSHAHI, F.; KAKA, A. P. **Estimation of Project Total cost and Duration for Housing Projects in the UK**, Building and Environment, v. 31, n. 4, Pergamon. 1996.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC. 1997.

MATIPA, W. M. **Total cost management at the design stage using a building product model**. Tese (Doutorado em Philosophy Engineering). Faculty of Engineering, Department of Civil ND Environmental Engineering of National University of Ireland, Cork. 2008.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas**. São Paulo: Ed. Pini, 2006.

OTERO, J. A. **Análise paramétrica de dados orçamentários para estimativas de custo na construção de edifícios: estudo de caso voltado para a questão da variabilidade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 2000.

PARISOTTO, J. A. **Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais - Estudo de Caso para uma Empresa Construtora**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

PIETER, D. D.; VAART, T. Business conditions, shared resources and integrative practices in the supply chain. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 10, n. 3, p. 107-116, 2004.

ROBSON, C. **Real world research**. Blackwel Publishing, 2002.

SABOL, L. **Challenges in cost estimating with Building Information Modeling**. IFMA World Workplace. 2008.

ZDANOWICZ, J. E. **Orçamento operacional: uma abordagem prática**. Porto Alegre: Sagra, 1984.